# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Для выполнения практических работ по дисциплине «Математические модели поверхности Земли» для студентов направления 21.03.03 «геодезия и дистанционное зондирование»

всех форм обучения

Воронеж 2022

Составители: Н.И. Самбулов, С.А. Ли, Е.В. Васильчикова

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Математические модели поверхности Земли» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование». /ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н.И. Самбулов, С.А. Ли, Е.В. Васильчикова Воронеж: Издво ВГТУ, 2022. 28 с.

Содержат задания и методику выполнения практических работ, в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Информационное обеспечение землеустройства и кадастра» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_ИОЗиК\_ПЗ.pdf.

Ил. 28. Табл. О. Библиогр.: 7 назв.

УДК 330.101.542 ББК 65.012.1я7

**Рецензент** – Ю.С. Нетребина, к.г.н., доцент кафедры кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии ВГТУ

Издается по решению учебно-методического совета Воронежского государственного технического университета

## Оглавление

Введение	4
Практическое занятие №1	5
Практическое занятие №2	5
Практическое занятие № 3	11
Практическое занятие №4	21
Заключение	29
Библиографический список	29
· ·	

#### Введение

Целью дисциплины «Математические модели поверхности Земли» является выработка у студентов представления о форме и фигуре Земли, навыков построения математических моделей земного рельефа и их анализа.

Задачи освоения дисциплины «Математические модели поверхности Земли» заключаются в:

-Изучения способов построения цифровых моделей рельефа;

-Выработке навыков использования результатов полевых изысканий и архивных данных для трехмерного моделирования.

-Освоении основных возможностей информационных технологий и географических информационных систем для обработки геопространственных данных;

-Изучении вариантов применение систем автоматизированного проектирования для подготовки цифровых моделей;

-Формировании у студентов представления о современных методах создания цифровых моделей рельефа и местности, применяемых в землеустроительной и проектной деятельности.

Цель практической работы - изучить основные принципы функционирования современных информационных систем и технологий, возможности их использования для математического моделирования рельефа Земли.

## Практическое занятие №1 ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА.

**Цель работы**: в ходе работы подготовить данные для ГИС, ознакомиться с получением данных с бумажного носителя.

#### Ход работы:

1. С помощью сканирования бумажного носителя выполнить получение растрового изображения;

2. Произвести очистку растра, выполнить калибровку (устранение геометрических искажений), используя специальные программы – Spotlight, Easy Trase, Raster Desine;

3. Выполнить регистрацию растра (привязку в рабочей системе координат).

### Выполнение работы:

создание цифровой модели рельефа из тех исходных данных, которые обычно имеются у проектировщиков генплана или изыскателей. Перечислим три наиболее распространенных варианта:

- 1. Топоплан только на твердом носителе (бумага, планшет).
- 2. Топоплан в виде DWG-файла, примитивы которого имеют нулевую отметку по оси Z.
- 3. Текстовый файл с координатами и отметками точек съемки, полученный в результате обработки полевых наблюдений.

Рассмотрение вариантов начнем с самого трудоемкого.

Создание модели рельефа по растровой подложке

Напомню, что создание корректной модели рельефа потребует качественной растровой подложки. Следовательно, в программе RasterDesk (или Spotlight, если удобнее задействовать машину без AutoCAD) вам понадобится выполнить минимальный набор операций:

- сканирование исходного материала с разрешением 300-400 dpi;
- автоматическая чистка полученного файла, удаление «мусора» (эта операция значительно улучшает вид выводимых на печать документов и сокращает размер файлов);
- редактирование растрового изображения: удаление, добавление или перенос частей растра;
- калибровка растра: корректировка геометрических искажений по координатной сетке или любому набору опорных точек;
- сшивка отсканированных фрагментов в один файл.



Итак, мы получили растровый файл с изображением топоосновы – без «мусора» и геометрических искажений. Запускаем GeoniCS.

1. Задаем масштаб итогового чертежа (рис. 2).

Указанный масштаб повлияет только на размер отображаемых внемасштабных условных знаков, текстов, ширину полилиний. Все координаты и размеры в пространстве модели чертежа должны соответствовать реальным числам, выраженным в метрах (одна единица AutoCAD равна одному метру). Чертеж указанного масштаба программа сформирует в пространстве листа (layout).

🎍 Масштаб чертежа 🛛 🗶
Масштаб готового чертежа О 1 : 5 000 О 1 : 2 000 О 1 : 1 000 ⊙ 1 : 500 О 1: 100
<ul> <li>Показывать при создании или открытии чертежа</li> <li>Да Отмена Помощь</li> </ul>
Рис. 2

2. Создаем проект, то есть папку с файлами и подпапками, в которых GeoniCS сохраняет модели поверхностей, созданных по данному объекту, базу точек съемки и т.д. Создать модель поверхности, не указав имя проекта, невозможно!

	💧 Открыть пр	DEKT		×
🗄 🔄 Установки	- Информация о	DODEKTE		
—М: Масштаб чертежа	-			
Загружаемые модули	Путь:	C:\GEONICS Projects\		Проснотр
Скользящая подсказка	Название:	Статья	<b>v</b>	
Верхнее мено		- Jacobian		
		Детали Проекта Со	здать проект	
Concentry Concent				
П Захонть проект		1	1	
-еП Сустановки проекта		Да Отмена	Помощь	
А Менержер поректов	🖕 Детали про	чта	887 - 1978	X
3xcnoor s LandVML			MM-1. 1993	
🖃 🔄 Геоточки	Путь:	C:\GEONICS Projects\		
- 🐎 Установки геоточек				
— Mенеджер групп геоточек	информация о	проекте		
— Поздать группу геоточек.	Vien:	Статья		
😥 🧰 Создать геоточки	Onurnen	ana COD Macter		
E Coздать геоточки - Засечки	Of Inconnet	Dia CAD Master		
Пажеометрическая съемка				
Тахеометрическая съемка				
Е Создать геоточки - Уклон		1		
Создать геоточки - Примитивы	L			
— 🗸 Точка	Путь к чертех	кам для данного проекта		
rtsr lekcr	🕑 Стандарт	ный каталог проекта		
- 49 Вставка блока	C. Anna X.			
- до вставка олока с атриоутам	• другон ка	ranor		
Окружность		Просно	лтр	
	, i			
		Да Отнена Понош	щь	
x F				
				Drug 2
				Рис. 3
	_			

Для этого выбираем в Панели навигатора (левое окно на рис. 3) команду Открыть проект. В появившемся одноименном окне указываем путь для хранения папки проекта и нажимаем кнопку *Создать проект*. Открывается окно Детали проекта: здесь нужно ввести имя проекта (как правило, оно соответствует названию объекта). Имя проекта становится и именем папки, которая образуется по указанному пути.

- 3. Сохраняем чертеж в подпапке *DWG* нашего проекта. Операция выполняется средствами *AutoCAD* (*Файл* → *Сохранить*).
- 4. Средствами AutoCAD (Вставка → Растровое изображение) вставляем растр в чертеж. Поскольку следующим шагом мы привяжем растр к истинным координатам, вставка осуществляется в любую точку чертежа и с любым масштабом.
- 5. Привязываем растр, то есть позиционируем его в изыскательской системе координат. Для выполнения операции нам достаточно знать координаты двух точек топоплана, желательно находящихся на его противоположных краях: к примеру, могут использоваться нижний левый крест и нижний правый. Операция выполняется средствами AutoCAD (*Pedakmupoвaние* → 3M-onepaquu → Bыpaвнивание или \_Align из командной строки). На запрос «Выберите объекты» щелкаем по рамке растра, указываем центр первого креста, вводим с клавиатуры его координаты, указываем центр и вводим

координаты второго креста, нажимаем ENTER и отвечаем «Да» на запрос «Масштабировать объекты?». Все остальные кресты и опорные точки должны оказаться в соответствующих координатах, ведь растр откалиброван!

Имея такой чертеж, мы можем стандартными средствами AutoCAD узнать координаты любой точки плана, измерить расстояния и т.д. – модель должна максимально точно отображать действительность. А где же чертеж заданного масштаба? Масштабированное отображение модели, рамка и зарамочное оформление автоматически генерируются программой в пространстве листа. Все измерения здесь приводятся в миллиметрах.

6. Скрываем зарамочное оформление бумажного носителя: в процессе калибровки рамка и штампы могли исказиться. Проще всего это сделать, щелкнув по рамке растра левой кнопкой мыши и нажав правую кнопку (рис. 4). Функция *Clip* позволяет задавать прямоугольную или многоугольную границу обрезки растра.



7. С помощью команды *Оформление топопланшетов* оформляем чертеж топографического плана в виде планшета.



Программа предлагает вариант разбиения модели на планшеты (голубые линии на рис. 5). Выбрав по правой клавише режим «Переместить», можно редактировать положение планшетов – например, введя координаты угла планшета с клавиатуры. Планшет заданного масштаба формируется в пространстве листа (рис. 6), сама же модель не засоряется элементами зарамочного оформления.



Если в дальнейшем вы собираетесь передавать чертеж соисполнителю, не забудьте передать и файл растрового изображения: чертеж DWG содержит только ссылку на файл растра и параметры его вставки. Кстати, в выпадающем меню Файл AutoCAD есть очень хорошая команда Сформировать комплект, как раз и предназначенная для компактной передачи данных. Она формирует файл самораспаковывающегося архива, в котором содержатся и сам DWG, и необходимые файлы растров, и даже файлы использованных шрифтов...

Вернемся теперь в пространство модели и приступим наконец к созданию модели рельефа.

## Практическое занятие №2 СОЗДАНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

**Цель работы:** Создать поверхность методом триангуляции на основе данных, сколотых с геопривязанного растра.

1. Создаем в нашем проекте модель поверхности с именем «Рельеф». Для этого выбираем в Панели навигатора команду *Проводник моделей рельефа* и в открывшемся окне *Проводник проекта* указываем *Создать поверхность* (соответствующее контекстное меню появится при нажатии правой клавиши на папке *Поверхности*). Имя поверхности задается в окне *Создать поверхность* (рис. 7).



Мы дали имя модели поверхности, но для ее построения нам понадобится создать ряд объектов, имеющих не только соответствующие координаты (X, Y), но и высотные отметки (Z).

 Цифруем горизонтали. Для этого выбираем в Панели навигатора команду Дигитализация горизонталей, задаем имя слоя, на котором будут отрисованы горизонтали, и отметку горизонтали, с которой начнется оцифровка. Устанавливаем интервал горизонталей и выбираем для них яркий цвет – иначе результаты оцифровки будут видны не очень хорошо (рис. 8).

P		
🏚 GeoniCS [Проект: Статья] - [С:\GEONIES Pr	ojects\Craтья\Dwg\pacrp.dwg]	
🕼 Файл Вид Вставка Формат Сервис Рисс	вание Редакт GeoniCS Геоточки Поверхности Задач	и Утилиты Проекты Окно Мар Help
🔄 🕼 🗟 📮 😢 🖂 🕲 🖌	८ - 🔨 -   🔍 🔍 🖉 🗶 🛶   🎇 🖪 🕞 🔐 📗	A 🕏 🕜 🤪 🍳 🎯 🍳 🗍 🚟 🚬 🕱 🖄
	💌 🗯 🍂 📕 Bol.aver 💌 🛶	Bulaver V Bulaver V Bul
Pegep		45.50
- 🐙 Проводник моделей рельефа		VI.
- 2 Установки Поверхностей	An the second of the physical parcel	
— 3 Установить техущую повержность…	Иня слоя: Горизонтали	Текущая отнетка горизонтали: 86.50 🕂
— Сокранить техущую поверхность…		
-23 Установить точность	Использовать отнетку в	ыбранной горизонтали
Показать текущую повержность до границ	Вид горизонталей	
Построить повержность	С обалида С Только то	С Только утопшенные
Вкл./Откл. слои текущей повериности	Tourse Visition	Versueses
	ionore inpains	
(H-C) Гранцы	Verrepean: [0.50 ]4	интервал:  2.00
Э Огображение	Ubrows: 0.00	Ilbrassa: 0.30
🗉 🦳 Угнаты	and the second s	
🛞 🦳 Cevenses	Uper: red	Uper: red
😑 🔄 Горизонтали		
- 😽 Создать горизонтали		
🔄 🛄 Надписать горизонтали	Да Отне	на Помощь
🖻 🔄 Утилиты для горизонталей		
Дигитализация горизонталей		- ///
- 35 Отметка горизонтали		
- За Изменять отметку горизонтали	1000	100 ·BA
G Decement courts of the		41.27
[4] Accomposition operation		
		Drea 0
		РИС. 8
	1	

Завершив оцифровку горизонтали, можно по правой клавише выбрать команду *Замкни* или *Enter*, а затем «+» или «-» (в этом случае отметка следующей горизонтали изменится на заданный интервал) либо ввести любую отметку с клавиатуры и выполнить оцифровку следующей горизонтали. Цифровать все горизонтали не обязательно: если мы работаем с фрагментом, где горизонтали расположены параллельно и на одинаковом расстоянии, достаточно оцифровать первую и последнюю из них.

 Добавим созданные горизонтали в состав исходных данных для построения модели «Рельеф». Входим в Проводник проекта, находим тему «Горизонтали», нажимаем правую клавишу мыши и выбираем Добавить данные горизонталей (рис. 9). Далее задаем параметры «прополки» горизонталей (эта операция необходима для упрощения линий, полученных при автоматической векторизации растра) и указываем, с какого слоя взять примитивы.

👷 GeoniCS [Проект: Статья] - [C:\GEONI	CS Projects\Статья\Dwg\Peльeф.dwg]	
🕼 Файл Вил Вставка Формат Сервис	Рисование Релакт GeoriCS Геоточки Поверуности Залачи Утилиты П	оекты Окн
Проводник проекта		
Менеджер Горизонтали		
📙 💐 🕒 🤐 Поверхности	Информация о горизонталях	I-
⊟- № Рельеф	Всего точек:	
		-
• Опорные точки	Всего горизонталей:	10
——————————————————————————————————————	Диапазон высот:	$\nabla$
- 🚳 Примитивы & Файлы	Min room tutuation	r /
С ГОРИЗОНТАВИ	вить данные горизонталей.	
Структурны Вста	ить в чертеж все данные горизонталей	
В Редактировать Удал	ить все данные горизонталей	-
🚽 – 🔄 Геология		-405
— 🔁 — 🔄 Сети		
	Прополка горизонталей	- m
te-C	Vron: 4.00	nn.
19 <u>9</u>		
	Параметры добавления	
	Г Расстояние: 100.00 Ц	
θČ,	Г Хорда: 4.00 🖳	
		4.34
- 5 Создать горизонтали	Да Отнена Понощь	
надписать горизонтали		5.D+N
		-1.11
		Рис. 9

Добавленная информация отображается в окне Проводника проекта (рис. 10).

🎦 Проводник проекта				
Менеджер Горизонтали				
Поверхности Рельеф Спорные ТІМ Спорные точки Спорные горизонтали Принитивы & Файлы точек Соризонтали Структурные линии Редактировать поверхность Геология Сети	<ul> <li>Информация о горизонталя;</li> <li>Всего точек:</li> <li>Всего горизонталей:</li> <li>Диапазон высот:</li> <li>Міл координаты:</li> <li>Мах координаты:</li> </ul>	518 25 78.00 975.27 829.42	87.00 1308.90 1091.49	
				Рис. 10

4. После оцифровки горизонталей остается оцифровать характерные точки плана: на вершинах и в местах с редким расположением горизонталей. Для этого выбираем в Панели навигатора команду *Создать геоточки* → *Вручную*, последовательно указываем местоположение точек и вводим их отметки (рис. 11).



Оцифрованные точки попадают в базу данных проекта, где их можно просматривать, сортировать, редактировать и объединять в группы.

5. Создаем группу оцифрованных геоточек: в Панели навигатора указываем команду Список геоточек, а в одноименном окне выбираем режим Все геоточки и нажимаем кнопку Создать группу. Открывается окно Создать группу геоточек – здесь мы вводим имя группы (рис. 12).

□ &	10	- N - Q Q	L. →   Ю 🖽   гочек	n 0 9446	
К Вакрыть проект Встановки проекта В Иснеджер проектов В Заклорт в LandXML Сараточки Создать группу геоточек Создать группу геоточек	10001	Печать Текущий списон Нормализ С Все геоточк С Выбрать на С Группа геот	с: [1-22 ювать список   и зкране очек	Создать группу Выбор <<	Да Отмена Поношь У
Создать геоточки     Вручнуо     Координаты     Китерполировать     Создать геоточки - Засечки     Тахеометрическая съемка     Создать геоточки - Уклон     Создать геоточки - Примятиры     Создать геоточки - Примятиры     Создать геоточки - Поверхностт     Список геоточки - Поверхностт     Редактировать геоточки     Проверха геоточки в чертеж	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	С Описание го Нокер Опи Ф 1 Ф 2 Ф 3 Ф 4 Ф 5 Ф 5 Ф 6 С 4 Ф 5 Ф 6 С 7 С 7 С 7 С 7 С 7 С 7 С 7 С 7	оточек сание 1126. 1117. 1149. 1097. 1102. 1124. оточек	X Y 19 1009.15 09 1020.13 97 1031.23 57 991.67 54 1006.47 42 991 12 Penes	Отиетка
Удалить геоточки из чертежа     Импорт экспорт геоточек     Конвертация данных такеометр     Утилиты для геоточек     Топоплан     Рельеф     Ороводник моделей рельефа     Установки Поверхностей     Установки Товерхностей     Установки текущую поверхнос	Спис	рунда. ж геоточек: 0 14 0 15 0 16 0 17 0 10	1-22 Да 1303. 1164. 1162. 1054.	Отнена 59 904.45 28 895.39 29 884.63 13 928.96 21 201.12	Понощь 78.24 81.36 81.41 84.79 ▼ Рис. 12

6. Добавляем созданную группу геоточек в состав исходных данных для построения модели «Рельеф». Для этого в Проводнике проекта нажимаем правую клавишу мыши на теме Группы геоточек и выбираем в появившемся контекстном меню строку Добавить группу. Открывается окно, в котором мы выбираем соответствующую группу (рис. 13).

Короводник проекта Менеджер Группы геоточек	<u>_     ×</u>
Поверхности Фильеф Фильеф Фильеф Фильеф Фильеф Фильеточки Форрные точки Форрные горизонтали Филитивы & Файлы точек Горизонтали Филитивы & Файлы точек Горизонтали Филитивы В Файлы точек Горизонтали Филитивы В Файлы точек Границы Филитировать поверхность Сети	Имя
	Рис. 13

7. Создаем границу модели – ее важно задать в том случае, когда граница съемки имеет вогнутости, и программа может построить модель в тех участках, где съемка фактически не проводилась. В Проводнике проекта, щелкнув правой клавишей на теме Границы, выбираем Отрисовать внешнюю и в появившемся окне Параметры ввода границы (рис. 14) задаем Брать из указанной точки как способ получения координат и отметки.

🎍 Параме	гры ввода гр	аницы		×	
Описание	внешняя				
_Способ по	лучения коорд	инат X и Y —			
💿 Брать	13 указанной т	рчки			
🔘 Брать	голько из геот	очки или опор	ной точки		
-Способ по	лучения отмет	ки			
💿 Брать	из указанной т	очки			
С Брать	только из геот	очки или опор	ной точки		
С Брать	последнюю вв	еденную			
С Брать	фиксированное	е значение отн	иетки		
Значен	ие отметки:	0.00	<u></u>		
О Брать	по поверуності	, 1			
		- 4			
l losep;	ность: Гелье	еф			
🔽 Выводи	ъ значение от	метки для кор	ректирования		
	0.	074040			
	да	отмена	помощь		
					Рис.

Имейте в виду, что отметки вершин границы поверхности участвуют в построении модели, поэтому следует использовать объектную привязку к вершинам горизонталей и узлам геоточек. Для контроля программа выводит отметку каждой вершины в командной строке – ее нужно или подтвердить щелчком по правой клавише мыши, или ввести с клавиатуры другое значение. Не забудьте замкнуть отрисованную границу.

8. Строим модель рельефа. В Панели навигатора выбираем функцию Построить (меню, где находится эта строка, вызывается нажатием правой клавиши на имени поверхности). Появляется окно Свойства поверхности (рис. 15), где нужно выбрать опции Использовать данные групп геоточек, Использовать данные горизонталей, Отрисовать 3D-гранями.

<ul> <li>Поверхности</li> <li>Вольси</li> <li>Открыть (сделать та</li> </ul>	Cmicanie:	<u>*</u>
Сохранить Сохранить как Закрыть Копировать	Свойства повержности Общие Установки слоев Инах	×
Переняеновать Постеонть Постеонть Показать всю повер Отобразить поверж-	Описание: Параметры построения	Показывать это окно перед построениен Использование высот
Свойства	<ul> <li>Испољазовать данные опорных точек</li> <li>Испољазовать данные опорных точек</li> <li>Испољазовать данные опорных горизонталей</li> <li>Испољазовать данные файлов точек</li> </ul>	Добавить данные с высотой меньше чем: □ Добавить данные с высотой больше чем: □ □
	<ul> <li>Использовать данные горизонталей</li> <li>Использовать как структурные линии</li> <li>Применить данные структурных линий</li> </ul>	Операции после построения Сохранить поверхность Г Показать вою поверхность
	Г Применить историю флилов ребер 0	У Отрисовать 30 граниня У
		Да Отнена Понощь

Отрисованные 3D-грани представляют собой адекватное графическое отображение математической модели поверхности, которая хранится в соответствующих файлах проекта независимо от чертежа DWG. Мы отрисовали 3D-грани только для того, чтобы отобразить на экране результат построения (рис. 16).



Трехмерные грани можно просматривать с помощью *3D-орбиты* и тонировать (рис. 17).



9. Редактируем модель. В состав GeoniCS включен уникальный редактор поверхностей, позволяющий быстро и наглядно корректировать модель, делая ее максимально адекватной. Выбираем в Панели навигатора функцию *Редактор* и в появившемся окне *Настройки редактора поверхности* задаем имя слоя для отрисовки 3D-граней, а также цвет и интервал виртуальных горизонталей, которые в процессе редактирования будут отображать состояние модели (рис. 18).

<ul> <li>♣ GeonicS [] poest: Cratica]</li> <li>➡ Gain Brg Bcraska Gopes</li> <li>➡ 1 &amp;</li> <li>➡ 1 &amp;</li> <li>➡ 1 &amp;</li> <li>➡ 1 &amp;</li> </ul>	[C+(GEONICS Projects)Erorps(Dwg/Pensed-dwg] ⊤ Cepex: Pacease Pegakt GeonicS Feoroska Rosepas € 🗟 ⑤ ✓   S · ) ·   ④ < Ø ≥ L ⊷   छ	ости Задачи Утилиты Проекты Окно Мар Нер В 👔 🗍 🖓 🖓 🍞 💓 🍳 🎯 🤐 📗 🔜 📄
S VO 🖓 🕅 PICKET	🕑 🏂 🍕 🛄 🔳 ByLayer	ByLayer Y ByLayer
	🛃 Настройки редактора поверкности	×
Посекты     Геоточки     Гологлан     Гологлан     Рольеф     Рольеф     Рольеф     Рольет     Горональ текущуо     Локтрональтекущуо     Локтрональтекущуо     Рольеть текущуо     Рольеть     Рольеть	Установки граней Инпортировать из поверхности С Выбрать со слоя Иня слоя Рельеф_Треугольники Очистить слой перед отрисовкой Црет : ВУLАУЕК Использовать горизонтали Установки горизонталия Установки горизонталия Установки горизонталия Интервал : 0.20 Создавать горизонталия Вижание! Чтобы не допустить наложения граней и горизонталей, установите "неточное" значение в поле Унтервал". Напринер, 0.500 = 0.499 Разнер апертюры при редактировании 	Установки точек Создавать точенный объект при добавлении узла Тип объекта : Геоточка Подликывать отиетку при добавлении узла Порачетры полтиси Ина слоя Ина сло
Э Праектория стока	да Отнен	
		Рис. 18

Редактируя модель, мы можем применять следующие операции: флип (переброска ребер треугольников), изменение отметки вершины (при этом меняются отметки вершины всех сопряженных треугольников), перемещение вершины, вставка вершины, вставка грани (ее часто называют треугольником), удаление грани. На рис. 19 можно видеть, как выгодно отличается вид горизонтали слева от отметки 87.35 после выполнения операции *Флип*; теперь нужно выполнить флип справа...



```
Рис. 19
```

Работа над моделью завершается ее тщательным просмотром и редактированием.

# Практическое занятие № 3 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА НА ОСНОВЕ ПРИМИТИВОВ DWG-ЧЕРТЕЖА.

Цель работы: Построить модель рельефа на основе существующих векторных данных из электронного чертежа.

#### Выполнение работы:

Допустим, имеется старый DWG-файл, где расположение объектов в пространстве модели не соответствует их изыскательским координатам, горизонтали отрисованы полилиниями на отметке 0, а точки съемки – блоками с атрибутом, в котором содержится отметка. Создание модели рельефа по этому чертежу не потребует много сил и времени.

1. Открываем старый чертеж в программе GeoniCS (рис. 20).



2. Позиционируем чертеж в изыскательской системе координат. Для выполнения этой операции нам достаточно знать координаты двух точек

съемки, отображенных на чертеже и желательно находящихся на его противоположных краях. На запрос «Выберите объекты» выбираем рамкой весь чертеж, указываем (с привязкой к узлу блока) первую точку, вводим ее координаты с клавиатуры, указываем вторую точку, вводим ее координаты, нажимаем ENTER и на запрос «Масштабировать объекты?» отвечаем «Да».

3. Задаем масштаб готового чертежа, выбрав команду в разделе Установки Панели навигатора (рис. 21).



- 4. Создаем проект<sup>[1]</sup>.
- 5. Сохраняем рисунок нового формата в подпапке *DWG* папки созданного проекта.
- 6. Создаем поверхность с именем «Рельеф».
- 7. Задаем отметки горизонталям нашего чертежа. Для этого выбираем в Панели навигатора команду *Изменить отметку горизонтали*, поочередно указываем каждую горизонталь и вводим в командной строке ее настоящую отметку (рис. 22).

🏚 GeoniCS [Проект: По_dwg] - [C:\GEONI	CS Projects	/Статья/	,Dwg\CTa	арый_DWG	i.dwg]
🎲 Файл Вид Вставка Формат Сервис	Рисование	Редакт	GeoniCS	Геоточки	Поверхности
📗 🗅 🕼 🔛 🕹 🖓 🥹 🛏 🗅 🔅 🤇	15-	∿ -   @	<b>X</b> 9	t	🕅 🖽 🕅
	i de de	چ 🗹	]]] ک	ByLayer	
<ul> <li>Перенести поверхность</li> <li>Масштабировать поверхность</li> <li>Структурные линии</li> <li>Границы</li> <li>Отображение</li> <li>Утилиты</li> <li>Сечения</li> <li>Создать горизонтали</li> <li>Надписать горизонтали</li> <li>Зтилиты для горизонталей</li> <li>Дигитализация горизонталей</li> <li>Отметка горизонтали</li> <li>Создать берг-штрихи</li> <li>Десегментировать горизонта</li> <li>Создать объекты на рельеф</li> </ul>	$\  \checkmark \diamond \diamond \diamond \land \bigcirc \bigcirc \land \diamond \diamond \diamond \bigcirc \bigcirc \land \diamond \diamond \diamond \diamond \bigcirc \bigcirc \bigcirc \land \diamond \diamond \diamond \diamond$	20 ,30 ,30 ,30 ,30 ,30	200 - 200 -		
					Рис. 22

- 8. Добавляем горизонтали в состав исходных данных для построения модели «Рельеф» это предпочтительнее делать, предварительно выбрав по правой клавише опцию *По слою*. Если горизонтали были отрисованы на разных слоях, придется указать по одному примитиву каждого слоя.
- 9. Создаем геоточки по имеющимся в чертеже блокам. Для этого выбираем команду Вставка блока с атрибутами из раздела Создать геоточки → Примитивы (рис. 23). На запрос «Укажите блок» следует выбрать блок, отображающий в исходном чертеже точки с отметками, а в появившемся окне указать, из какого атрибута нужно взять отметку точки. После этого выбираем все соответствующие блоки опцией По слою.

👷 GeoniCS [Проект: По_dwg] - [C:\GEONICS 🕼 Файл Вид Вставка Формат Сервис Р	S Projects\Статья\Dwg\Старый_DWG.dwg] Исование Редакт GeoniCS Геоточки Поверхности
<b>⊡ %                                 </b>	I → N → Q, Q I → 🕅 🔢 🖎 
<ul> <li>Проекты</li> <li>Геоточки</li> <li>Установки геоточек</li> <li>Создать группу геоточек</li> <li>Создать геоточки</li> <li>Создать геоточки</li> <li>Создать геоточки - Засечки</li> <li>Тахеометрическая съемка</li> <li>Создать геоточки - Уклон</li> <li>Создать геоточки - Примитивы</li> <li>Создать геоточки - Примитивы</li> <li>К Точка</li> <li>Текст</li> <li>Вставка блока</li> <li>Окружность</li> <li>Создать геоточки - Поверхность</li> <li>Создать геоточки - Поверхность</li> <li>Список геоточек</li> <li>Редактировать геоточки</li> <li>Проверка геоточки в чертеж</li> <li>Удалить геоточки из чертеж</li> </ul>	Каралование блока с атрибутами Название блока : РІСКЕТ Отметка Атрибут : ОТМЕТКА Значение : 73.30 Описание Атрибут : NOMER Значение : 1/238 Использовать установки для всех блоков Добавить в группу Да Отмена Помощь
	Рис. 23

- 10.Создаем из полученных геоточек группу «Рельефные».
- 11. Добавляем эту группу в состав исходных данных для построения модели «Рельеф».
- 12.Строим модель поверхности «Рельеф».

# Практическое занятие №4 ДОБАВЛЕНИЕ ДАННЫХ ИЗ БАЗ И ТЕКСТОВЫХ ФАЙЛОВ.

Цель работы: Создание модели рельефа на основе данных из текстовых файлов.

#### Выполнение работы:

Допустим, в нашем распоряжении имеется текстовый файл, представленный на рис. 24.

Lister - [c:\Land Projects 3\test.txt] Файл Правка Вид Справка	_ <b>_ X</b>	
Lourd         Diga         Cipublic           1         19999.0999         1000.0000         1000.0000           2         9928.1646         8425.8082         -99999         "CP 2"           3         8987.3805         9690.2917         951.8770         "CP 3"           4         9491.2957         9223.0866         948.5700         "CP 4"           5         9008.3709         8731.9621         925.4770         "CP 5"           6         8816.4463         8960.6886         874.0600         "CP 6"           1009         9896.2112         9799.8542         989.3946         "BH"           1001         983.6430         9602.3047         979.0771         "By4"           1002         9707.1019         9797.8425         980.7888         "BH"           1003         9692.9418         9606.1143         968.4283         "BH"           1003         9692.9418         9606.1143         968.4283         "BH"           1005         9479.7192         9604.3374         964.7646         "BH"           1006         9300.0926         9803.0599         963.4779         "BH"           1007         9283.4470         9613.4318         962.4603         "	"CP 1"	
	Рис	c. 24

Мы видим здесь пять колонок данных, разделенных пробелами. В первой колонке – номер точки съемки, во второй – координата X, в третьей – Y, в четвертой – отметка, в пятой – описание точки.

- 1. Создаем чертеж и открываем проект.
- 2. Создаем поверхность «Рельеф».
- 3. Создаем новый формат для импорта данных из текстового файла, для чего запускаем Менеджер форматов и в появившемся окне нажимаем кнопку *Добавить* (рис. 25).

🍁 GeoniCS [Проект: txt] - [Drawing2.dwg]			
	🛰 🖻 😳 🖌   🖉 - 🔍 -   🔍 🥰 🍠 🔽 -		
]  🍩 🔽 📿 🎱 🕲 🗉 0	چ 😒		
	ByLa	ayer 💆	
	🎐 Настройки импорта/экспорта	>	
<ul> <li>Геоточки</li> <li>Установки геоточек</li> <li>Менеджер групп геото</li> <li>Создать геоточки</li> <li>Создать геоточки - За</li> <li>Тахеометрическая съ</li> <li>Создать геоточки - Ян</li> <li>Создать геоточки - Ян</li> <li>Создать геоточки - Пр</li> <li>Создать геоточки - Пр</li> <li>Создать геоточки - Пр</li> <li>Список геоточек</li> <li>Редактировать геоточки в ч</li> </ul>	Форматы: Формат GeoniCS ХҮZ табулированный ХҮZ разделенный запятой	Добавить Копировать Посмотреть Удалить	
Удалить геоточки из			
<ul> <li>Импорт-экспорт геото</li> <li>Импорт из файла</li> <li>Экспорт в файл</li> <li>Экспорт в файл</li> <li>Экспорт в файл</li> <li>Экспорт в файл</li> <li>Преобразование</li> <li>Конвертация данных</li> <li>Утилиты для геоточен</li> <li>Топоплан</li> </ul>	Что делать, если номер у точки: Назначен: Использовать этот номер Не назначен: Назначить автоматически Совпадает с базой: Заместить в базе Да Отмена Помо		
		Рис. 25	

В появившемся окне Формат файла точек (рис. 26) вводим имя формата, расширение импортируемого файла, отмечаем опцию *С разделителем* и обязательно вставляем в окошко рядом символ пробела. Затем нажимаем кнопку *Добавить колонку* и выбираем назначение первой колонки, снова нажимаем кнопку *Добавить колонку* и т.д. Для проверки правильности созданного формата можно здесь же загрузить и просмотреть исходный файл (кнопки <u>Загрузить</u> и *Анализ*).

🎍 Формат ф	файла точек			<u>×</u>
	Имя формата:	NXYZD с пробела	ми	Загрузить
Расширение	по умолчанию:	.txt 💌		Анализ
🔿 Табулиро	ванный	Символ коммента	ария: 🖊	
• С раздели	ителем:	🥅 Начинать с:	0	точки
Добавить	колонку	🥅 Через:	0	точек
		🥅 Не более чем:	0	точек
Номер	Y	×	Отметка	Описание 🔺
1 2 3 4 5 6 €	10000.00 9928.16 8987.38 9491.30 9008.37 8816.45	10000.00 8425.81 9690.29 9223.09 8731.96 8960.69	1000.00 -99999.00 951.88 948.57 925.48 874.06	₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽
	Да	Отмена	Помощь	

4. Импортируем точки из текстового файла (рис. 27). Выбираем команду Импорт из файла и в появившемся окне указываем (через кнопку выбора) имя импортируемого файла и формат импорта. Точки импортируются очень быстро и попадают в базу проекта. Согласитесь, это гораздо удобнее, чем вводить их вручную!

niCS [Проект: txt] - [Drawi	ng2.dwg]			
ил Вид Вставка Формат	Сервис Рисование Реда	KT Geonics	Геоточки П	оверхности Задач
🌠 🔜   🗞 🞑 🥹   🛶 🕻	🗅 🗇 🖌 🖉 - 📎 -	Q. X. 9	12. 🗝 🕅	🖽 📭 🛛 🔄
û 🛞 🖗 🐌 🗖 0	<b>•</b>	ا 🗶 🍂	ByLayer	
лочки	× / 4			
Установки геоточек				
Менеджер групп геоточек				
Создать группу геоточек				
Создать геоточки	Импорт геоточек из	текстового	) файла	×
Создать геоточки - Засечки				
Тахеометрическая съемка	Исходный файл : С:\	and Projects :	3\test.txt;	😂 🛛
Создать геоточки - Уклон				
Создать геоточки - Примития	Форматимпорта:			
Создать геоточки - Поверхно	NXYZD с пробелами			<b></b> 19
Список геоточек				
Редактировать геоточки	П Добавить в гоупру:			
Проверка геоточек	доодолго отрушку.			
Вставить геоточки в чертеж.				
Удалить геоточки из чертеж-				
Импорт-экспорт геоточек	🔲 Вставить геоточки в ч	ертеж		
🖓 Импорт из файла			1	1
🖺 Экспорт в файл	Да	Отмена	Помощь	
Менеджер форматов		-		
Преобразование файлов	• 7			
				D 07
				Рис. 27

- 5. Создаем группу точек.
- 6. Добавляем группу точек в данные поверхности «Рельеф».
- Строим модель поверхности, отметив в окне Свойства поверхности (рис. 28) опцию Добавить данные с высотой больше чем. Дело в том, что в импортированном файле содержались точки без отметок (ситуационные), и эта опция отфильтрует их.

Свойства поверкности	×			
Общие Установки слоев				
Иня: Рельеф				
Описание:	Показывать это окно перед построением			
<ul> <li>Использовать данные групп геоточек</li> <li>Использовать данные опорных точек</li> <li>Использовать данные опорных горизонталей</li> <li>Использовать данные файлов точек</li> <li>Использовать данные горизонталей</li> <li>Использовать данные горизонталей</li> <li>Использовать данные структурные линии</li> <li>Применить данные структурных линий</li> <li>Применить данные структурных линий</li> </ul>	Использование высот Добавить данные с высотой неньше чен: Добавить данные с высотой больше чен: Добавить данные с высотой больше чен: Операции после построения Сохранить поверхность Показать всю поверхность			
Применить историю флилов ребер 0	IV Отрисовать 3D гранями ▼			
	Да Отнена Понощь			
	Рис. 28			

#### Заключение

Методические указания состоят из четырех работ, в каждой из которых описана последовательность действий для выполнения соответствующей темы.

#### Библиографический список

1. Акиньшин С.И. Геодезия [Электронный ресурс]: курс лекций/ Акиньшин С.И.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 304 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22652.

2. Вопросы инженерной геодезии в строительстве [Электронный ресурс]: межвузовский сборник научных трудов/ П.К. Дуюнов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 102 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/20512.

3. Картография с основами топографии: учеб пособие для вузов: допущено МО РФ. М.: Дрофа, 2006 -272 с.

4. Кочетова Э.Ф. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кочетова Э.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 153 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/15995. 7. Кузнецов О.Ф. Основы геодезии и топография местности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов О.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2017.— 286 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68998.html.— ЭБС «IPRbooks»

5. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов.-М.:2008.-222с.

6. Сербулов Ю.С., Геоинформационные технологии: учеб. пособие / Ю.С. Сербулов, И.О. Павлов В.К. Зольников, Д.Е. Соловей - Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005-140 с.

7. Формирование и использование инженерно-технологических баз данных в научно-информационном обеспечении АПК / В. Ф. Федоренко [и др.]; ФГНУ "Росинформагротех" .— М. : Росинформагротех, 2006 .— 104 с : ил. — Библиогр.: с. 60-64 .— ISBN 5-7367-0559-1.

# МАТЕМЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для выполнения практических работ по дисциплине «Математические модели поверхности Земли» для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» всех форм обучения

> Составители: Самбулов Николай Иванович Ли София Александровна Васильчикова Екатерина Владимировна

В авторской редакции

Подписано к изданию \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» 394026 Воронеж, Московский просп., 14