

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО СИМУЛЯТОРА ОПТИЧЕСКИХ ТЕОДОЛИТОВ «COUNTDOWN THEO»**

**М. С. Мысливец**

кафедра геодезии и геоинформационных систем факультета информационных технологий  
Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, by.mikky1206@gmail.com

**П. Ф. Парадня**

старший преподаватель кафедры геодезии и геоинформационных систем  
факультета информационных технологий Полоцкого государственного университета

Рассматривается разработка дополнительных модулей к учебно-тренировочному симулятору оптических теодолитов «Countdown THEO» для моделирования результатов измерений и отсчетов. С помощью данного симулятора можно проводить практические занятия по изучению отсчетных устройств оптических теодолитов без их наличия в учебном заведении, либо же проводить занятия дистанционно. Также есть возможность импорта точек из чертежа в симулятор для генерации необходимых отсчетов, а затем на их основе вычисления координат и высот точек теодолитных ходов и съемочных пикетов. По полученным данным студент может вычертить топографический план местности и отправить преподавателю на проверку вместе с вычисленными ведомостями. Актуальность использования данной программы подкрепляется массовым переходом учебных заведений на дистанционный режим обучения.

**Ключевые слова:** симулятор; теодолит; геодезия; отсчёты; моделирование измерений; дистанционное обучение.

В образовательном процессе важнейшей задачей является освоение и практическое закрепление материала, полученного в виде теории. Этому также способствуют знания, полученные из других областей науки и техники. Но всё же есть множество причин, из-за которых снижается эффективность получения студентами именно практических навыков:

- во многих учебных заведениях недостаточное количество приборов, с помощью которых учащиеся могли бы приобрести практические навыки;
- имеющиеся приборы дорогостоящие и зачастую в наличии в единичных экземплярах, что препятствует их одновременному массовому использованию;
- студенты не успевают освоить прибор за выделенное для этого им время.

Решению указанных проблем способствует внедрение в учебный процесс программ-симуляторов приборов, в том числе и геодезических. Это также дает уменьшение нагрузки на преподавателей, сокращение затрат на оборудование и возможность использования программного обеспечения на личных компьютерах обучаемых, что в свою очередь, является огромным плюсом.

Учебно-тренировочный симулятор оптических теодолитов «Countdown THEO» предназначен для обучения работе с оптическими теодолитами. Основная сфера применения данного программного продукта – процесс подготовки специалистов геодезического профиля. С помощью данного симулятора можно визуализировать снятие отсчетов с оптических теодолитов.

Изначально программа была создана для того, чтобы лишь обучить студентов снимать отсчеты с приборов, но, исходя из событий 2020 года, стало понятно, что программу можно расширить и найти ей более широкое применение. Из-за эпидемиологической обстановки во всем мире многие учебные учреждения начали массово переходить на дистанционный режим обучения, что естественным образом затрудняло выполнение практических работ, а тем более прохождение студентами летних практик.

Основным видом работ на летних практиках является топографическая съемка местности и впоследствии вычерчивание топографического плана определенного масштаба. Имея готовый топографический план (рисунок 1) в формате чертежа AutoCAD можно экспортировать из него точки съемочных станций и пикетов с их координатами.

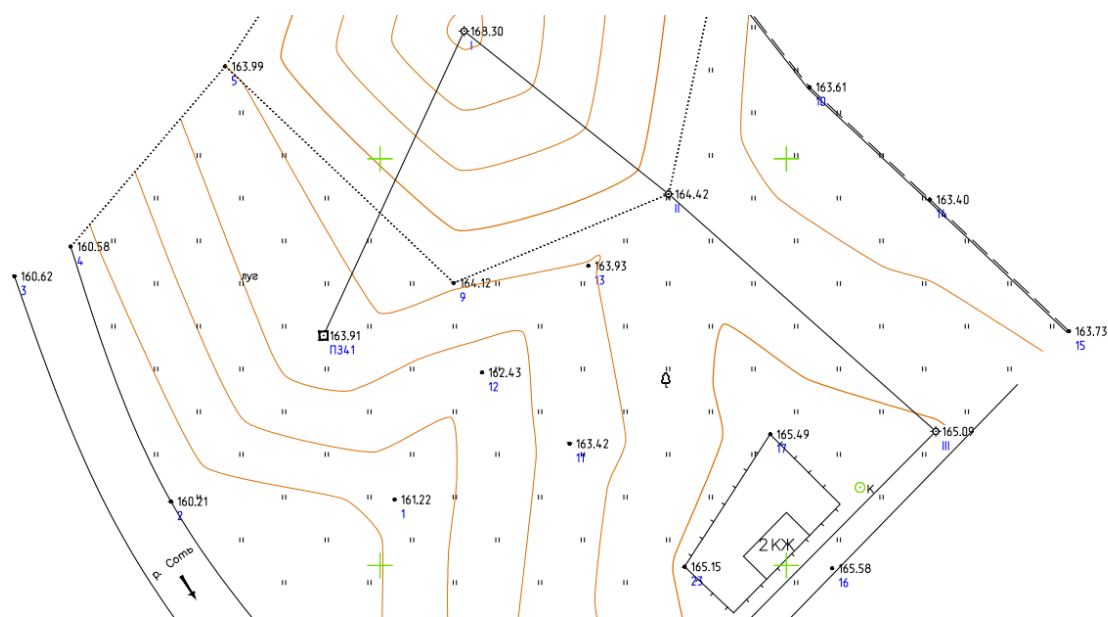


Рисунок 1 – Топографический план в качестве исходной топоосновы

В программу добавлен модуль для обработки экспортированных точек из чертежа. Точки экспортируются в текстовый файл в виде [№ точки, X, Y, H].

Пример данных текстового файла:

```

ПЗ41,1513.0,2372.2,163.91
I,1662.7,2441.4,168.30
II,1582.6,2542.0,164.42
III,1465.9,2673.5,165.09
ПЗ42,1309.0,2517.8,163.46
1,1432.4,2407.2,161.22
2,1431.5,2297.1,160.21
3,1542.2,2220.1,160.62
4,1556.8,2247.8,160.58
    
```

Далее полученный файл импортируется в программу Countdown THEO для дальнейшей обработки. Программа читает файл с координатами точек и создает список имен точек, после чего он демонстрируется пользователю и тот вводит имена точек ходов, станций и пикетов (рисунок 2).

```
Каталог экспортированных точек:
['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10',
'11', '12', '13', '14', '15', '16', '17', '18', '19', '20', '21', '22', '23']
Введите точки хода № 1 в порядке их последовательности в ходе:
ПЗ41,I,II,III,ПЗ42
Введите '1', если хотите закончить ввод точек ходов.
Введите '2', если хотите ввести точки следующего хода.
1
Ход № 1 : ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Ввод пикетов для хода № 1. Станции ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Введите точку обнуления и пикеты для станции ПЗ41:ПЗ42,1,2,3,4,5
Ввод пикетов для хода № 1. Станции ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Введите точку обнуления и пикеты для станции I:ПЗ41,6,7,8,9
Ввод пикетов для хода № 1. Станции ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Введите точку обнуления и пикеты для станции II:I,10,11,12,13
Ввод пикетов для хода № 1. Станции ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Введите точку обнуления и пикеты для станции III:II,14,15,16,17
Ввод пикетов для хода № 1. Станции ['ПЗ41', 'I', 'II', 'III', 'ПЗ42']
Введите точку обнуления и пикеты для станции ПЗ42:III,18,19,20,21,22,23

Произведена запись вида:
    № хода, станция, точка обнуления, пикеты...
в файл st_0_p.txt

Все точки были выбраны в обработку. Нажмите любую клавишу для завершения.█
```

Рисунок 2 – Процесс обработки каталога имен и координат экспортированных точек

Написанный для симулятора скрипт, обрабатывая каталог имен и координат экспортированных с чертежа точек, в конечном итоге сохраняет файл с номерами теодолитных ходов, станций на них, ориентирных точек и именами съемочных пикетов. Следующим шагом будет обработка полученного файла. Она заключается в вычислении углов и длин линий между необходимыми точками. Далее программа распределяет случайные погрешности по результатам вычислений, и на выходе мы имеем каталог измеренных углов и длин линий между необходимыми точками. Симулятор Countdown ТНЕО принимает на вход файл, обработанный скриптами, с измерениями и преобразует его в отсчеты.

Роль преподавателя на этом этапе завершена. Далее студенту необходимо снимать отсчеты с симулятора оптического теодолита (рисунок 3) и записывать их в журнал измерения углов и длин линий (рисунок 4).

Затем студент снимает отсчеты для горизонтальных и вертикальных тахеометрической съемки местности, заносит их в журнал и вычисляет необходимые для построения топографического плана данные.

Также в симуляторе имеется режим обучения, в котором генерируются случайные отсчеты и студенту необходимо снимать их и вводить полученный результат, а программа в свою очередь проверяет введенное значение с учетом некоторой допустимой погрешности и выводит оценку действия.

Таким образом, использование симулятора оптических теодолитов Countdown ТНЕО в учебных заведениях позволит значительно упростить и сократить процесс изучения студентами отдельных разделов геодезических дисциплин. Данный виртуальный симулятор позволит не только научиться работать с оптическими теодолитами разных моделей, но и поможет освоить обработку

данных, полученных при проложении теодолитных ходов и в процессе топографической съёмки.

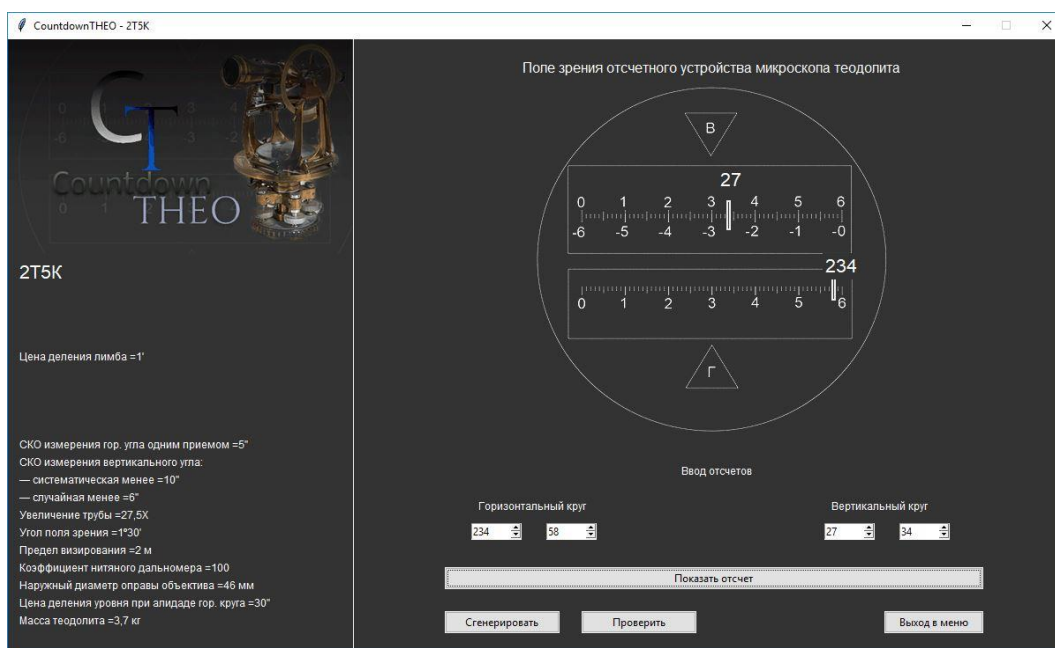


Рисунок 3 – Интерфейс программы-симулятора Countdown THEO

Номер станции	Номер точек визирования		Отсчеты по горизонтальному кругу	Угол из полуприемов (исправленный) $\beta$	Среднее значение $\beta$
	КЛ	КП			
1	КЛ	6	306° 38`	134° 31`	134° 31`
		2	172° 07`		
	КП	6	155° 52`	134° 31`	
		2	21° 21`		
2	КЛ	1	10° 53`	116° 48`	116° 48`
		3	254° 05`		
	КП	1	193° 49`	116° 48`	
		3	77° 01`		

Рисунок 4 – Фрагмент журнала измерения углов и длин линий

С учетом событий текущего года можно отметить актуальность применения данного симулятора в учебных заведениях, так как многие вузы переходят на дистанционное обучение и появляются трудности с проведением летних практик по геодезии. Используя программу Countdown THEO можно полностью перенести прохождение летних практик на дистанционный режим и предлагать данный режим для проведения практических занятий у обучающихся на заочной форме.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Дзюбенко О.Л., Мищенко М.В., Коженков А.О. Виртуальные симуляторы в системе высшего военного образования: монография. Москва: РУСАЙНС, 2018. 143 с
2. Виртуальные симуляторы в системе образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39405>.