

# Лазерные тахеометры в учебном процессе

Н.И.Ватин, П.Ю.Подрасович

## 1. Задачи формирования навыков

Высокие темпы развития строительных технологий ставят задачу опережающего обучения. Инженерно-строительный факультет СПбГПУ активно применяет интеллектуальные технологии обучения начиная уже с первого курса обучения. Для этого имеются высоко квалифицированные специалисты, соответствующая техническая база и лицензионное программное обеспечение.

Согласно Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста «Строительство» /1/ выпускнику, помимо знаний, необходимо владеть навыками и умениями решения сложных инженерных задач, используя передовые технологии получения, обработки и использования любой информации:

- проведение инженерных изысканий и обследований, составление инженерно-экономических обоснований при проектировании и сооружении объектов строительства, производстве строительных материалов, изделий и конструкций, машин, оборудования и технологических комплексов;

- выполнение технических разработок, проектной рабочей технической документации;

- участие во внедрении разработанных решений и проектов, в осуществлении авторского надзора при изготовлении, возведении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию запроектированных изделий, объектов, инженерных систем.

Инженерно-строительном факультете СПбГПУ по направлению подготовки дипломированного специалиста «Строительство». студентам преподают обще профессиональные дисциплины «инженерная геодезия». В данной дисциплине студенты изучают: основные понятия о предмете геодезии; применяемых системах координат; измерениях углов, расстояний и превышений; геодезические приборы; основы математической обработки результатов измерений; геодезические сети; топографические съемки; основные виды геодезических работ при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Актуальным является формирование начальных профессиональных умений и навыков по геодезии.

Различия в базовой подготовке абитуриентов в области компьютерных технологий выравнивают уже на первом курсе. На этом же курсе изучается AutoCAD как базовый графический пакет.

Начальные навыки работы с лазерными тахеометрами, программной обработки результатов тахеометрической съемки местности с созданием цифровой модели местности студенты получают на учебной практике после первого курса. В рамках этой же практики происходит начальное освоение системы архитектурно-строительного проектирования Allplan (мощная система архитектурно-строительного проектирования, современный интегрированный подход к проектированию зданий).

## 2. Лазерные тахеометры

### 2.1. Выбора модели для учебных целей

Большую популярность в области геодезии уже получили оптико-электронные приборы – тахеометры. Эти приборы сочетают в себе возможности электронного теодолита, высокоточного дальномера и полевого компьютера.

Компания Sokkia (Япония) занимает одно из лидирующих мест среди поставщиков геодезического оборудования в Россию. Это обязывает ее постоянно совершенствовать свою продукцию для нашего покупателя. Надо отметить, Россия – неоднородна по своей климатической структуре. Климатические условия разнообразны не только внутри страны, но и сильно отличаются от остального мира. На территории встречаются участки, температура в которых достигает до – 30, и даже ниже, например Сибирь. Что касается компании Sokkia, она одна из немногих, кто подстраивается под наши климатические, природные и погодные условия, готова учитывать предпочтения российского клиента. Примером тому – выпуск специальных моделей тахеометров с подогревом и более высоким уровнем изоляции.

Не так давно компания выпустила модель тахеометров серии SET 530R на рынок России. Данная модель заполнила нишу между самыми дорогими тахеометрами, способными производить измерения в безотражательном режиме до 350 метров, и недорогими моделями, неудобство которых, возможность измерений только на призму.

### 2.2. Технические характеристики

Корпус тахеометра SET 530R представляет собой симметричную обтекаемую форму: две боковые колонки и сбалансированная зрительная труба, что обеспечивает устойчивое положение прибора во время работы.

На корпусе расположены две панели управления. Рабочая панель состоит из 15 клавиш: программные, служебные, выключения питания и подсветки. Теоретически для работы клавиш хватает. Трудности начинаются при вводе исходных данных: букв, чисел. На отведенных для их ввода четырех служебных клавишах сосредоточен весь латинский алфавит и арабские цифры от 0 до 9. Да, как правильно Вы заметили латинский. К сожалению, несмотря на то что модель хоть и новая, но еще отсутствует в ней родная нам всем кириллица. Такой тип ввода замедляет процесс измерительных работ. Условную легкость при вводе данных может обеспечить продаваемый отдельно пульт дистанционного управления sf 14, на котором каждой букве и цифре нашлось место. Одно из достоинств пульта – его высокая пыле и влагозащищенность. Состояние вывода изображения на жидкокристаллические графические дисплеи синхронно. Оба дисплея имеют подсветку, разрешение 192X80 точек, имеется возможность настройки контрастности. Надежность защиты электронных плат обеспечивается их размещением внутри металлического корпуса инструмента, а также высоким уровнем пыле- и влагозащищенности, в соответствии со стандартом: IP66. Модель снабжена закрепительным винтом и винтом точной наводки – что часто встречается в приборах компании Sokkia. Другое технологическое решение для себя нашла компания Leica с применением бесконечного винта. Кроме того модель SET530R снабжена 10 минутным круглым и 30 секундным цилиндрическим уровнями.

Технические характеристики прибора.

Зрительная труба	
Длина	171 мм

Диаметр объектива	45 мм
Увеличение	30х
Разрешающая способность	3"
Угол поля зрения	1 30"
Минимальное расстояние фокусирования	1,3 м
Подсветка сетки нитей	5 уровней подсветки
Измерения углов	
Угловые единицы	Градус/Гон/Мил
Наименьшая цена деления	1" или 5" (Выбирается)
Точность	5"
Измерения расстояний	
Безотражательный режим	1.3 - 100 м
Отражающая пленка RS90N-K	3.0 - 500 м
Стандартная призма AP01x1	1.3 – 4000 м
Наименьшая цена деления при точном измерении	0.001 м
Точность измерений	
Безотражательный режим	(3 + 2 ppm x D) мм
На пленку	(3 + 2 ppm x D) мм
На призму	(2 + 2 ppm x D) мм

Для повышения точности измерений углов в SET 530R используется абсолютный датчик угла поворота, разработанный специально для электронных нивелиров. Измерения начинаются сразу, после включения питания. Роль компенсатора играет жидкостной 2-х осевой датчик наклона, диапазон компенсации которого составляет 3'. Режим измерения горизонтальных углов стандартен: вправо, влево. Измерение вертикальных углов выбирается пользователем: от зенита, от горизонта 0 – 360°, от горизонта 0 – 90°. Для питания тахеометра применяются литий-ионные аккумуляторы BDC46A, емкостью 1800 мАч. Благодаря отсутствию эффекта снижения емкости в результате длительного использования, существует возможность не дожидаясь полной разрядки, производить зарядку. Процесс зарядки занимает около двух часов, при этом есть возможность одновременной зарядки обоих поставляемых в комплекте аккумуляторов. Нужно заметить, что такие же аккумуляторы поставляются в комплекте с обычными видеокамерами. Время работы прибора от такого аккумулятора составляет порядка пяти часов (при точных однократных измерениях каждые 30 секунд). Внутренняя память составляет 10000 точек. Опционально существует возможность установить устройство чтения/записи карт флэш-памяти. На карту памяти самого малого объема, находящуюся в продаже - 16 mb - можно записать 144000 точек. Наконец вес прибора составляет 5.3 кг.

Особенность данной модели тахеометра заключается в созданном по новой технологии RED-tech лазерном дальномере. Его удобство заключается в возможности измерений без применения призм и отражателей. В так называемом безотражательном режиме дальномер способен производить измерения от 1.3 до 100 метров. К сожалению, обещанные сто метров можно получить лишь при наведении на белую поверхность Kodak Gray Card, и при благоприятных для работы лазера погодных условиях. Для более точного наведения разработали видимый лазерный луч малого диаметра. Что позволило производить измерения на углы зданий, линии электропередач, сквозь забор из металлической сетки и листву деревьев. Минус измерений сквозь листву деревьев заключается в том, что случайно попавший на половине расстояния до объекта листочек меняет конечное значение точного многократного измерения. А точное однократное

измерение в данном случае может и вовсе дать ложное значение. При использовании отражающей пленки можно производить измерения до 500 метров, а призмы и до 5000 метров.

В данном приборе приятно решен вопрос вывода данных. Их всего два: вывод данных на компьютер и на принтер, и этого вполне хватает. Из файла работы можно передать результаты измерений, данные о станции, данные по известной точке, примечания и координатные данные. Соединительный кабель имеет разъем 9-pin com, что по современным меркам уже старо. Это означает что компьютер обнаруживает не новый диск с информацией, а устройство, с которым еще необходимо установить связь. Скорость передачи данных устанавливается пользователем вручную и составляет: 2400, 4800, 9600, 14400, 28000, 36000 бод.

Весь процесс работы можно представить в виде следующей последовательности действий:

1. Выбор файла для хранения результатов измерений.
2. Вход в режим измерений с сохранением данных.
3. Ввод данных о точке стояния.
4. Измерение на точку ориентирования.
5. Измерение на последующую точку съемочного обоснования.
6. Съемка.
7. Переход на следующую станцию и повторение действий пунктов 2 и 6.
8. Передача данных на компьютер.

### **2.3. Возможность решения практических задач**

Где же и как можно использовать данный прибор на практике? Тахеометр фирмы Sokkia SET530R можно использовать, например, для определения крена при возведении и эксплуатации сооружений башенного типа. По нормативным документам предельная погрешность определения крена сооружений башенного типа составляет  $0,0005H$  мм ( $H$ -высота сооружения в метрах). Таким образом при высоте сооружения в 40 метров предельная погрешность составит 20 мм. Такой точности можно добиться от тахеометра благодаря использованию в качестве отражающей поверхности при измерениях расстояний лазером светоотражающей пленки. Точность измерения расстояний в таком случае может составить 4 мм на 1 км хода, и вертикального угла – 5 секунд. Однако, реальная точность прибора выше заявленной в документации. Таким образом ошибка при измерении горизонтального проложения данной трубы меньше 4 мм.

Пример проведения измерений. В подготовительные работы входят: установка светоотражателей и измерение радиуса сечения башни. Задачи представляют собой размещение на поверхности башни восьми специальных светоотражающих марок. Марки располагаются в количестве четырех штук друг над другом. Находясь по две на одной высотной отметке, они слагают сечение, радиус которого нам еще предстоит выяснить. При проведении измерений будет установлено их положение в пространстве, а после – вычислено возможное отклонение от вертикальности. Вторая задача представляет собой расчет радиуса башни в сечении, образуемом марками. Данная задача может быть решена либо при работе с проектной документацией, либо при измерении периметра сечения и перерасчета его в радиус. Наблюдения производим с двух станций. Месторасположения станций должны быть под прямым углом друг относительно друга. Также желательно, для повышения надежности, располагать станции на одинаковом удалении от сооружения. Встроенный компьютер тахеометра имеет возможность автоматически перерасчитывать измеряемые величины. Например, наводясь на точку можно не только получить значения угла и расстояния до нее, но и уже подсчитанное встроенным компьютером проложение. Именно это и

необходимо. При наведении с каждой станции на четыре точки мы находим горизонтальные проложения от прибора до наблюдаемых точек в плоскостях AN и AM. В случае вертикальности башни, горизонтальное проложение от вертикальной оси AD до прибора будет равным во всех сечениях. Таким образом  $AA_n + dA_n = BB_n + dB_n = CC_n + dC_n = dN$ , а также  $AA_m + dA_m = BB_m + dB_m = CC_m + dC_m = dM$ . Отличие проложений в сечениях B, C, D от сечения A, является отклонением от вертикальности.

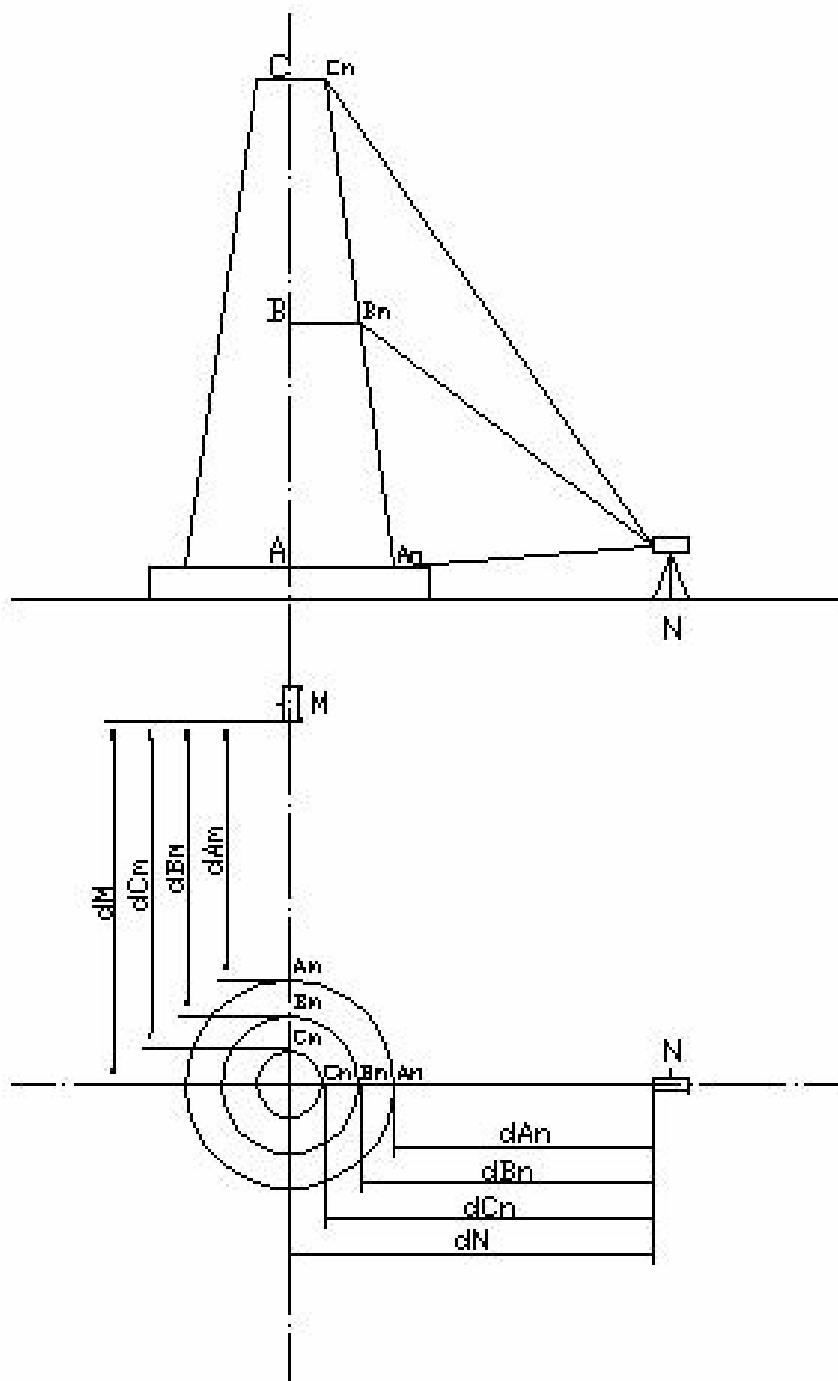


Рис 1. Расположение марок на поверхности трубы, положения станция, наблюдаемые проложения.

### **3. Выводы или заключение**

Подводя черту под вышеизложенным можно сказать, что прибор компании Sokkia SET 530R является именно тем что необходимо любой геодезической организации. Удачное сочетание цены и возможностей делает его привлекательным широкому кругу геодезистов. Навыки работы на нем есть у каждого, державшего в руках теодолит, а умение приходит в кратчайшие сроки за счет простоты и удобства работы с прибором. А это важно при использовании тахеометра для учебного процесса. Практическая работа летом 2004 года показала успешное освоение данного тахеометра студентами первого курса. В том числе и по причине просто интереса к высокоточной лазерной технике.

#### **Список использованных источников**

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированных специалистов «653500-Строительство». М., 2000 год.
2. Руководство по эксплуатации. ЗАО «Геодезические приборы». Санкт-Петербург, 2005 год. Техническое описание безотражательного электронного тахеометра Sokkia SET530R.
3. Электронный ресурс. Особенности электронного тахеометра sokkia SET530R. Режим доступа. [<http://www.gsi2000.ru/catalog.php?catId=11> 25.08.2004}