

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по курсу
"Специальные разделы технологии" для студентов
специальности 7.100201—"Корабли и океанотехника"
всех форм обучения

Заказ № _____ от " _____ " _____ 200 ____ . Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ.

Севастополь
2006



Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Специальные разделы технологии": для студентов специальности 7.100201 – Корабли и океанотехника всех форм обучения /Сост. Г.В. Лекарев – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. – 24с.

Цель методических указаний получить практические навыки при применении простейших и более сложных оптических приборов, применяемых в судостроительном производстве и при стапельной сборке судов.

Методические указания утверждены на заседании кафедры "Океанотехники и кораблестроения" протокол № 18 от 30 июня 2006 г.

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Игнатович В.С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адлерштейн Л.Ц. Оптические методы выполнения проверочных работ в судостроении/ Л.Ц. Адлерштейн, В.Ф. Соколов - Л.: Изд. ЛКИ,1978. – 129 с.
2. Доброленский В.П. Проверочные работы с применением оптических приборов: Методические указания к лабораторной работе/ В.П. Доброленский, А.С. Роганов, В.Ф. Соколов - Л.: Изд. ЛКИ,1985. – 211с.
3. Мацкевич В.Д. Основы технологии судостроения/ В.Д. Мацкевич - Л.Судостроение, 1980. – 351с.
4. Никонов С.Н. Судовая разметка / С.Н. Никонов, В.П. Панкратов - Л.: Судостроение, 1982. - 336 с.
5. Александров В.Л. Технология судостроения/ В.Л. Александров – СПб.: Профессия, 2003. – 342 с.



3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

к лабораторным работам 1 и 2

1. Укажите назначение теодолитов и нивелиров.
2. Какие работы производят на стапеле с помощью теодолита и нивелира?
3. Опишите конструкцию теодолита.
4. Опишите конструкцию нивелира.
5. Произведите настройку одного из оптических приборов.
6. В чем заключаются проверочные работы в судостроении?
7. Перечислите все приспособления используемые для проверочных работ.
8. Опишите порядок пробивки линии с помощью одного из приспособлений или оптических приборов.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАСТРОЙКА ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ	4
2. Лабораторная работа № 2. ПРОБИВКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ	11
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ к лабораторным работам 1 и 2	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	23



1. Лабораторная работа № 1 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАСТРОЙКА ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В ходе выполнения работы следует :

- ознакомиться с устройством оптических средств, используемых в судостроении для выполнения проверочных работ;
- приобрести навыки настройки оптических приборов различных типов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Нивелир представляет собой переносной геодезический прибор, укрепляемый на штативе, и предназначенный для определения относительных высот различных точек (пробивка прямых линий в пространстве). Визирная труба нивелира вращается на цилиндрической оси, неподвижно закреплённой на треножнике с тремя регулировочными винтами. Регулировочные винты имеют специальную проточку для опоры пружинящей пластины, в которой укреплен втулка для крепления стыкового винта. В работе мы будем использовать нивелир НГ, который относится к типу глухих¹ нивелиров. Схема нивелира приведена на рисунке 1.

Следующим устройством, которое используется для работы в судостроении является теодолит (могут быть использованы теодолиты ТБ1, ТБ3, ОТ10, ТТ50, ТТ5, Т2, Т5) представляющий собой переносной геодезический прибор, укреплённый на штативе, и предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных

¹ – зрительная труба и цилиндрический уровень соединены воедино.

Таблица 2 - Результаты пробивки линий теодолитом

Наименование выполняемой операции	Результаты замеров f_i , мм				Средне арифметическое отклонение $M = \frac{\sum f_i}{n}$, мм.
	1	2	3	4	
Пробивка Вертикальной плоскости					
Пробивка горизонтальной плоскости					

Примечание: n - количество замеров.

Продолжение таблицы 2

Средне квадратичное отклонение $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M - f_i)^2}{n - 1}}$, мм.	Величина поля рассеивания $\Pi = 6 * \sigma$, мм.



линейки 2, совпадающее с горизонтальным штрихом перекрестия теодолита. Вращая трубу вокруг вертикальной оси, нанести три промежуточные точки следа горизонтальной плоскости на линейках 5, записав в таблицу 2 деления шкал, совпадающие с горизонтальным штрихом перекрестия теодолита. Пробивку выполнить не менее трёх раз.

4.4.5. Вычислить значения M , σ и P и занести их в таблицу 2.

5. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЁТА О РАБОТЕ

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- схему лабораторной установки;
- расчет провисания струны;
- заполненную таблицу замеров и расчётов по оценке точности методов пробивки линий в пространстве;
- схемы пробивки прямых линий с помощью теодолита;
- заполненную таблицу замеров и расчетов по оценке точности пробивки линий и замеров углов теодолитом.

углов.

Конструкция теодолита представлена на рисунке 2.

Перед началом работы с оптическими приборами необходимо произвести их настройку.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

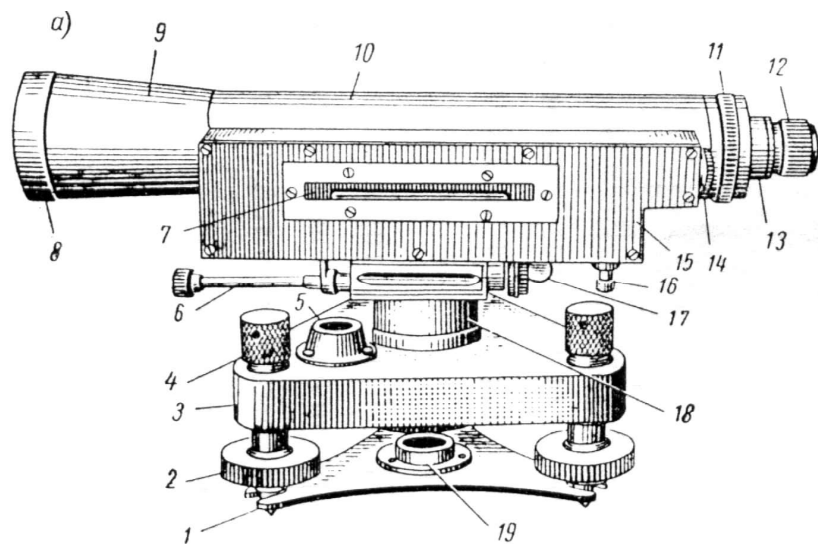
Устройство теодолита и нивелира представлены на рисунках 1 и 2.

4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1. Перед началом работы с оптическим нивелиром необходимо произвести его настройку и юстировку в следующем порядке:

- установить и зафиксировать прибор на штативе или неподвижной опоре выполнить грубую настройку с использованием круглого уровня (5);
- установить визирную ось перпендикулярно главной оси прибора и зафиксировать зрительную трубу (10), параллельно двум регулировочным винтам(4);
- выставить пузырёк цилиндрического уровня (7) на трубе в среднее положение, согласно рисунка 3(в);
- развернуть трубу на 90° и выставить снова цилиндрический уровень на середину средним винтом, если при повороте зрительной трубы на 360° пузырёк не сдвинется более чем на 1 деление то прибор готов к работе;
- произвести установку призмы оптической системы цилиндрического уровня исправительным винтом (16), если в лупу (14) на





1 – пружинящая пластина; 2 – подъёмный винт; 3 – трегер; 4 – гайка подъёмного винта; 5 – круглый уровень; 6 – винт зеркала; 7 – цилиндрический уровень; 8 – оправа объекта; 9 – объективная часть трубы; 10 – корпус зрительной трубы; 11 – навинчивающаяся крышка; 12 – кольцо окуляра; 13 – окулярная часть трубы; 14 – лупа; 15 – коробка уровня; 16 – исправительный винт уровня; 17 – наводящий винт; 18 втулка трегера; 19 – отверстие для станového винта

Рисунок 1 – Нивелир НГ

корпусе цилиндрического уровня (7) видны концы пузырьков и расположены они согласно рисунку 1 (г), то призмы прибора настроены правильно при этом горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента, то есть согласно рисунков 3 и 4.

4.2. Перед началом работы с оптическим теодолитом необходимо произвести его настройку.

4.2.1. Необходимо ось каждого уровня алидады 3(рисунок 5), гори-

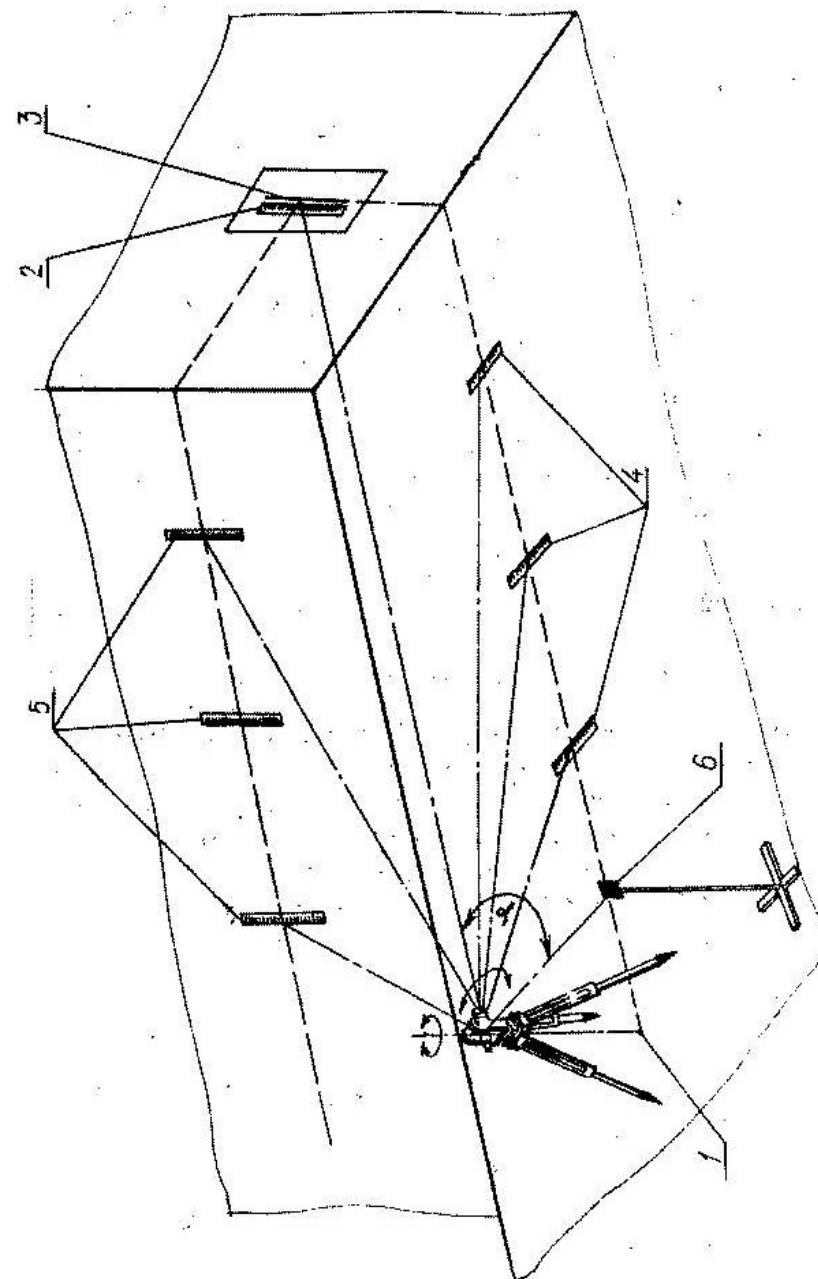


Рисунок 8 – Схема пробивки линии с помощью теодолита

ное на величину ожидаемого провисания струны: $M_k = M + f_x$.

4.4. Пробивка линии теодолитом:

4.4.1. Выставить теодолит со штативом над заданной точкой 1 (см. рисунок 8): по уровню при горизонтальном лимбе установить главную ось теодолита вертикально по оптическому центру. Совместить, двигая теодолит по треножнику, главную ось с точкой 1. Длина ножек штатива должна быть такой, чтобы перекрестие зрительной трубы, установленной горизонтально, проходило через середину линейки 2.

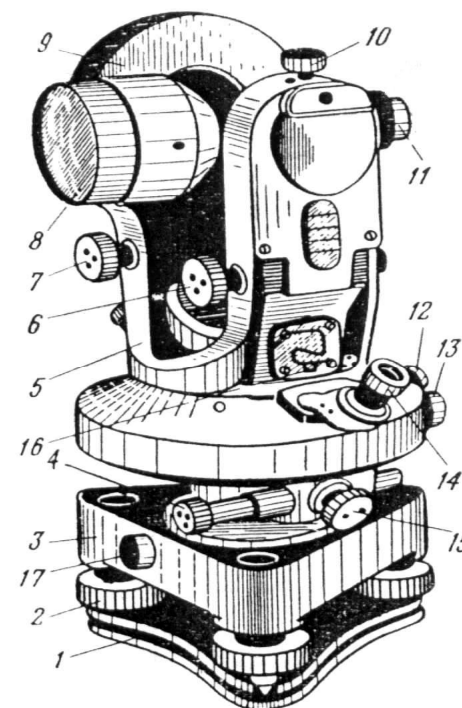
4.4.2. Навести зрительную трубу теодолита по оптическому визиру на вертикальную линейку 2 и поворотом наводящего винта совместить вертикальный штрих зрительной трубы с линией 4. Закрепить теодолит от вращения вокруг вертикальной оси и, вращая трубу вокруг горизонтальной оси и последовательно наводя её на предварительно закреплённые линейки 4, прочесть деление шкалы, расположенное против вертикального штриха перекрестия теодолита (это имитирует точки пробиваемой прямой). Повернуть теодолит на 180° вокруг вертикальной оси, а зрительную трубу - вокруг горизонтальной, и выполнить описанные выше действия вновь. Результаты замеров занести в таблицу 2. Пробивку выполнить не менее трёх раз.

4.4.3. Вычислить значения M , σ и Π и занести их в таблицу 2.

4.4.4. Пробить след горизонтальной плоскости. Выставить ось зрительной трубы в горизонт и закрепить от вращения вокруг горизонтальной оси. Прочесть и записать в таблицу 2 показание шкалы

горизонтального уровня, установить перпендикулярно основной оси теодолита JJ :

- установить один из горизонтальных уровней вдоль двух подъёмных винтов -2(см. рисунок 2) и с их помощью выставить пузырёк



1 – пружинящая пластина с втулкой для станового винта; 2 – подъёмный винта; 3 – подставка; 4 – наводящий винт лимба горизонтального круга; 5 – подставка трубы; 6 – наводящий винт трубы; 7 – наводящий винт алидады вертикального круга; 8 – труба; 9 – вертикальный круг; 10 – закрепительный винт трубы; 11 - окуляр; 12, 13 – закрепительный и наводящие винты алидады горизонтального круга; 14 – неподвижная лупа; 15 – закрепительный винт горизонтального круга; 16 – исправительный винт уровня; 17 – закрепительный винт подставки

Рисунок 2 – Теодолит ТТ-5



на середину ампулы;

- повернуть прибор на 90° и используя третий винт выставить уровень на середину ампулы;

- для проверки снова повернуть на 90° прибор и микрометрическим винтом лимба горизонтального уровня 4 (рисунок 2) подстроить уровень;

- закрепить винтом 15 горизонтальный круг и отпустить винт алидады 13 (рисунок 2);

- повернуть алидаду на 180° при этом её уровень должен остаться на середине.

4.2.2. Настройка визирной оси IV зрительной трубы перпендикулярно горизонтальной оси вращения II :

- закрепить винтом 12 (рисунок 2) лимб алидады горизонтального круга и навести центр сетки на отдалённую точку местности расположенную на одном уровне с осью вращения зрительной трубы;

- произвести отсчёт по двум верньерам горизонтального круга и вычислить средний отсчёт – по первому верньеру $7^\circ 17' 00''$, по второму верньеру $16' 00''$ (см рисунок 6);

- перевернуть зрительную трубу через зенит и вновь навести визирную ось на ту же точку (лимб при этом должен быть неподвижен) и снова снять среднее значение по верньерам на горизонтальном круге - по первому верньеру $197^\circ 20' 00''$, по второму верньеру $21' 00''$, если разница между показаниями имеет разницу в $180^\circ \pm 2t$

4.3.3. Опустить струну на средней мишени 3 до свободного провисания.

4.3.4. Замерить по линейке положение струны, смотря на неё через визирную трубу нивелира. Результаты занести в таблицу 1. Число замеров должно быть не менее трёх.

4.3.5. Определить приближённо величину ожидаемого провисания струны f_x , м. под действием собственного веса на средней мишени по следующей формуле

$$f_x = \frac{q \cdot x}{2 \cdot T} \cdot (1 - x), \text{ м} \quad (2)$$

где q - вес одного погонного метра струны, кг, диаметром $D_{\text{стр}}$, мм,

$$q = \frac{\pi \cdot D_{\text{стр}}^2}{4} \cdot \gamma$$

x - координата расположения средней мишени: $x = 0.5 \cdot l$, м;

T - натягивающее усилие, кг;

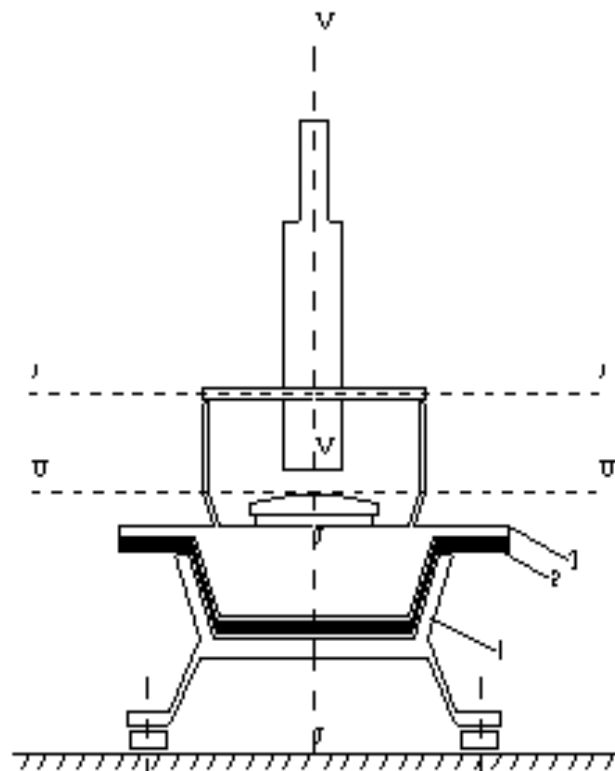
l - расстояние между крайними мишенями, м;

γ - удельный вес материала струны, кг/м^3 .

4.3.6. Вычислить значения M , σ и Π и занести их в таблицу 1.

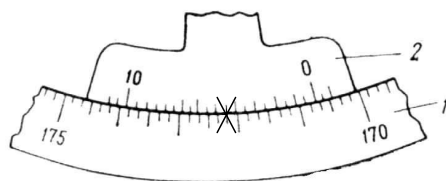
4.3.7. Вычислить значение относительной погрешности метода по формуле (1), подставив вместо M величину M_k - среднее арифметическое пробивки линии с помощью струны, откорректирован -





1 – подставка теодолита; 2 – лимб; 3 – алидада; *JJ* – основная ось теодолита; *UU* – ось уровня; *VV* – визирная ось; *II* – горизонтальная ось вращения зрительной трубы

Рисунок 5 – Схема осей повторительного теодолита ТТ-5



1 – лимб; 2 – верньер. Отсчёт 170°44'30" – обозначен крестом

Рисунок 6 – Отсчётное приспособление теодолита

$$\varepsilon = \frac{1}{l} * |(M' - M) + 3 * \sigma| * 100, \quad (1)$$

где ε – относительная погрешность метода;

M' – среднее арифметическое пробивки линии нивелиром, мм.;

M – среднее арифметическое пробивки линии шланговым уровнем, мм.;

σ – среднее квадратичное отклонение замеров шланговым уровнем, мм.;

l – расстояние между крайними мишенями, мм.

Таблица 1 - Результаты пробивки прямых линий в пространстве

Способ пробивки	№ пробивки n	Замер по линейке, f_i мм.	Средне арифметическое откл, $M = \frac{\sum f_i}{n}$, мм
	1	3	4
Нивелиром	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
Шланговым уровнем	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
Струной	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		



зрительной трубы нивелира (см.п.3.1.3) и определить положение точки замером по линейке. Установку средней мишени и замеры выполнить шесть раз. Результаты замеров занести в таблицу 1.

4.1.5. Вычислить значения M , σ и P занести их в таблицу 1.

4.2 Пробивка линии шланговым уровнем:

4.2.1. Убедиться с помощью нивелира 6 в том, что крайние мишени 2 лежат в горизонтальной плоскости.

4.2.2. Установить стеклянные трубки шлангового уровня 9 (см. рисунок 7) у крайних 2 и средней 3 мишеней. Совместить нижнюю точку мениска жидкости в трубке с точкой начала линии на крайней левой мишени. Зафиксировать по линейке 7 положение нижней точки мениска жидкости на средней 3 мишени. Замер выполнить не менее трёх раз. Результаты занести в таблицу 1.

4.2.3. Перенести трубку шлангового уровня со средней мишени на крайнюю правую мишень, а с крайней левой - на среднюю мишень. Совместить нижнюю точку мениска жидкости в трубке на крайней правой мишени с точкой окончания линии. Зафиксировать по линейке 7 положение нижней точки мениска жидкости в другой трубке на средней мишени. Замер выполнить не менее трёх раз. Результаты занести в таблицу 1.

4.2.4. Вычислить значения M , σ и P занести их в таблицу 1.

4.2.5. Вычислить значение относительной погрешности метода по следующей формуле

2. Лабораторная работа № 2 ПРОБИВКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В ходе выполнения работы следует:

- изучить основные, применяемые в судовом корпусостроении, методы пробивки прямых линий в пространстве;
- выполнить практическую пробивку пространственных прямых линий с помощью струны, шлангового ватерпаса и оптических приборов (нивелира и теодолита).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Одними из важнейших видов корпусных работ в судостроении являются проверочные работы. Они заключаются в разметке базовых, осевых, эксплуатационных, контрольных линий и в проверке размеров, формы и пространственного положения отдельных частей и всего корпуса судна в процессе его строительства и монтажа, в проверке перед сваркой фундаментов под главные механизмы и валопровод, перед испытанием корпуса наливом и перед монтажом ответственных механизмов и устройств.

Простейшими средствами проверки являются: шнуровой отвес (гирька с острым концом, подвешенная на шнуре); линейка; метр; шланговый ватерпас (резиновый шланг, заполненный водой, со стеклянными трубками на концах).

Шланговый ватерпас (шланговый уровень) действует по закону сообщающихся сосудов. Предельная погрешность измерения шлан-



говым уровнем с использованием промежуточных переходов $\pm 2,0 \cdot K$ мм, где K - число переходов. Очевидно, что измерения шланговым уровнем не дают необходимой точности.

Проверка стапеля и всех устанавливаемых на нем конструкций, как правило, производится с помощью оптических приборов - теодолитов, реже - нивелиров.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

Схема лабораторной установки и её состав представлен на рисунке 7.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

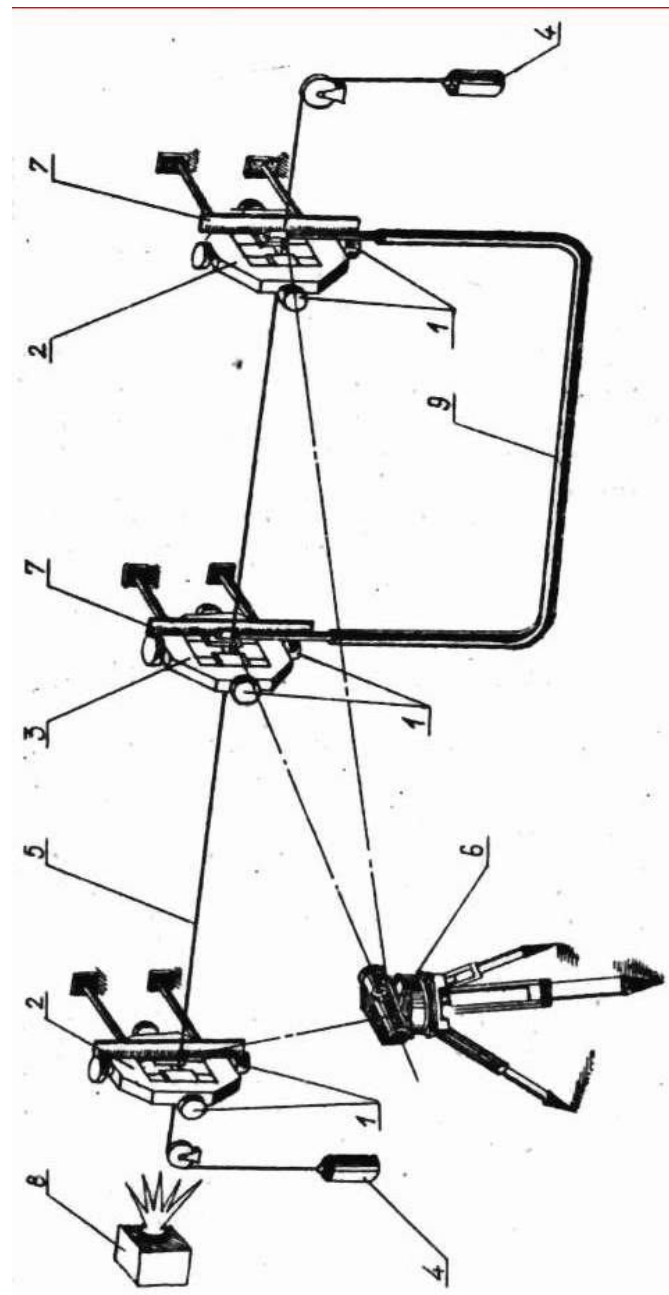
4.1. Пробивка линии нивелиром:

4.1.1. Установить нивелир 6 (см. рисунок 7). Произвести настройку нивелира согласно лабораторной работе № 1.

4.1.2. Проверить совпадение точек начала и конца линии на крайних мишенях 2 с горизонтальным штрихом зрительной трубы нивелира. При необходимости откорректировать положение мишеней до совпадения точек с этим штрихом.

4.1.3. Вращая винты 1 совместить положение промежуточной точки на средней мишени с горизонтальным штрихом зрительной трубы нивелира. Замерить положение промежуточной точки по измерительной линейке 7, приняв за начало отсчёта произвольную координатную шкалу, и записать результат в таблицу 1.

4.1.4. Опустить среднюю мишень. Затем снова поднять её до совпадения промежуточной точки с горизонтальным штрихом



1 - винты; 2 – крайние мишени; 3 – средняя мишень; 4 - грузы; 5 - струна; 6 - нивелир; 7 - линейка; 8 – источник света; 9- шланговый уровень

Рисунок 7 – Принципиальная схема установки для пробивки прямых линий в пространстве