

М. Д. БОНЧ-БРУЕВИЧ

526

Б817

Э43

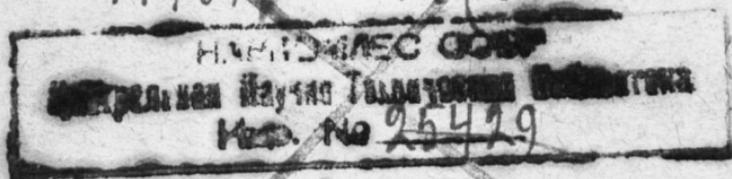
ЧИТ. ЗАЛ
ЯНТЬ СССР

ГЕОДЕЗИЯ
НА СЛУЖБЕ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

~~20326~~

~~14767~~

14765



ОНТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1934 ЛЕНИНГРАД

Т 79-4-4

ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

2014/25
59

ПРОВЕРЕНО

инв. № 2077

1
529

ПРОВЕРЕНО
1967 г.

Редактор *Н. Ф. Булаевский.*

Корректор *М. А. Аксенова.*

Сдана в набор 3/III 1934 г.

Формат 82×110¹/₃₂.

ГТТИ № 20

Бум. листов 1¹/₂.

Уполн. Главлита № В-73477.

Тираж 3.000—авт. л. 6.

Технический редактор *С. Л. Дыман.*

Выпускающий *Л. М. Волкович.*

Подписана к печати 9/VI 1934 г.

Тип. зн. в 1 бум. л. 161.920.

Заказ № 2396.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем труде автор стремился выразить роль и значение геодезии в социалистическом хозяйстве, не увлекая читателя в область теоретических рассуждений и обоснований, а только указывая на производственные процессы в различных областях применения геодезии. Весь труд составлен в таком разрезе, чтобы он был вполне доступен для читателя, обладающего лишь некоторыми специальными познаниями.

Хотя с первого взгляда кажется, что не может быть никаких сомнений в значении геодезии как отрасли, создающей прочное обоснование всякого рода сооружениям, зависящим от свойств земной коры и топографии ее поверхности, но тем не менее живая действительность не раз свидетельствовала о том, что геодезическому обследованию не отводилось должного места при изысканиях и что в результате такого умаления роли геодезии получались весьма крупные недочеты в самих сооружениях. От такого умаления значения геодезических изысканий автор и стремился предостеречь путем указания их положительного значения в разных отраслях социалистического хозяйства.

Составляя себе представление о значении геодезии в социалистическом хозяйстве, надо иметь в виду, что роль геодезии в настоящее время весьма сильно изменилась по сравнению с тем, как это было до введения системы социалистического хозяйства. Дело в том, что в дореволюционную эпоху геодезия привлекалась на службу при проектировании и исполнении проектов различных сооружений в качестве вспомогательного практического средства для решения узко-специальных заданий, строго относящихся к данному изысканию или сооружению, например: съемка или нивелировка вполне определенного участка земной поверхности, получение цифровых данных для вычисления объема земляных работ, определение границ землевладения, составление плана фактически существующего города или населенного пункта и т. п. Следует отметить, что изыскания и сооружения, к которым привлекалась геодезия, обычно, характеризовались тем, что

захватывали незначительные участки земной поверхности, по своему существу были более или менее просты и, следовательно, зависели только от некоторых свойств земной поверхности и недр земли.

В эту эпоху лишь военное ведомство интересовалось обширными территориями, да и то только с точки зрения создания карт, по содержанию своему необходимых для обороны страны.

В настоящее время проектируемые и исполняемые на земной поверхности сооружения сложны по своему техническому содержанию занимают обширные участки земной поверхности. Сооружения эти могут быть связаны с обширными территориями еще и в том отношении, что могут оказывать вредное на них влияние; например, грандиозная запруда (плотина) может привести к заболачиванию лугов и других земельных угодий вдали от нее; вновь построенный город может оказаться в невыгодных условиях в отношении своего водного хозяйства или геологического строения находящихся под ним недр земли и т. п.

Все это обязывает решать вопрос о топографических свойствах земной поверхности и недр земли на обширных пространствах, чтобы таким путем получить возможность выбора района сооружения, удовлетворяющего его техническим требованиям и устраняющего возможность вредного влияния на территории, более или менее от него удаленные. Ясно, что достижение таких заданий обязывает производить всякого рода изыскания предварительно, т. е. до проектирования сооружений и, тем более, до исполнения разработанных проектов. Если принять во внимание, что топографические свойства земной поверхности (рельеф, расположение контуров и местных предметов и проч.) важны не только сами по себе, но и в том отношении, что по этим данным можно судить и о недрах земли, то станет вполне понятным значение геодезических работ при проектировании и исполнении проектов современных грандиозных сооружений.

Теперь геодезия вышла из подчинения требованиям других технических дисциплин и призвана к необходимости указывать различным отраслям народного хозяйства, на основе своих изысканий, те пути, которым должны следовать эти отрасли, решая свои задачи. Геодезия обязана не только добыть достаточно точные материалы для проектирования сооружений и исполнения проектов, но вместе с этим она обязана предупредить проектировщиков и исполнителей о тех последствиях, которые неминуемо будут иметь место

в случае нарушения ими выводов геодезии, всегда основанных на наблюдениях, произведенных в натуре, т. е. в живой действительности.

Для читателей, желающих углубить свои познания на основе материала, изложенного в настоящем труде, автор предлагает наиболее доступные и наиболее совершенные по своим теоретическим и практическим достоинствам руководства, соответствующие содержанию настоящего труда.

Михаил Бонч-Бруевич.

15 июня 1932 г.

Москва.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	3
-----------------------	---

I. ЗАДАЧИ ГЕОДЕЗИИ

1. Геодезия как наука	9
2. Задачи высшей геодезии	—
3. Задачи низшей геодезии	10
4. Картография и ее задачи	—
5. План и карта	11
6. Предметы и методы геодезических изысканий	12
7. Сущность съемки. Виды съемки	14
8. Связь геодезии с другими науками	18

II. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ, ТОПОГРАФИЧЕСКИХ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

9. Геодезическая основа	20
10. План местности	21
11. Ступение геодезической основы и привязка	23
12. Карты	24
13. Освежение и исправление карт	25
14. Работы местного значения	26

III. ГЕОДЕЗИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕОБЖИТЫХ ПРОСТРАНСТВ

15. Приближенные план и карта	26
16. Вусольная съемка	28
17. Мензульная полуинструментальная съемка	29
18. Глазомерная съемка	30
19. Составление приближенной карты	33

IV. ГЕОДЕЗИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

20. Значение плана	35
21. Род съемки	37
22. Привязка к точкам тригонометрической сети	39
23. Привязка к постоянным предметам местности	41
24. Спряжение границ между двумя участками	—
25. Разбивка поля на кварталы и гектары	43
26. Освежение планов	44

V. ГЕОДЕЗИЯ В СУХОПУТНОМ ТРАНСПОРТЕ

27. Выбор трассы дороги; рекогносцировка	44
28. Съемка полосы местности вдоль трассы	45

29. Трассировка	45
30. Нивелировка	47
31. Тахеометрия	48

VI. ГЕОДЕЗИЯ В ВОДНОМ (РЕЧНОМ) ТРАНСПОРТЕ

32. Задачи геодезических работ	51
33. Съёмка и нивелировка	—
34. Определение скорости течения и наблюдение за горизонтом воды	53
35. Исследование перекатов и наблюдение за ними	54

VII. ГЕОДЕЗИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ

36. Топографический план лесного пространства	55
37. Первоначальная съёмка лесного пространства	56
38. Разбивка на кварталы	58
39. Съёмка лесного пространства, разбитого на кварталы просеками	59
40. Значение аэрофотосъёмки	60

VIII. ГЕОДЕЗИЯ В ДОБЫВАНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

41. Разведка	61
42. Геодезическая основа	—
43. Съёмки: наземная и подземная	62
44. Ориентировка подземной съёмки	63
45. Нивелировка	64
46. Маркшейдерские планы	—

IX. ГЕОДЕЗИЯ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

47. Топографический план	64
48. Геодезическая основа	65
49. Съёмка подробностей и рельефа	66
50. План города и городских земель	68
51. Перепланировка города	70

X. ГЕОДЕЗИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНЫХ СООРУЖЕНИЙ И В ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

52. Объем геодезических изысканий	71
53. Съёмка и нивелировка	73
54. Нивелирование поверхности	74
55. Составление профилей	76
56. Дополнительные изыскания	77

XI. ТРАССИРОВКА

57. Общие основания	78
58. Практические указания	79

XII. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОДЕЗИИ В СОЦИАЛИСТИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

59. Сосредоточение геодезического дела	81
60. План наземных геодезических работ	85
61. Технические и прочие инструкции	—

62. Полевая партия	86
63. Отчетность, инспектирование, поверка работ	88
64. Учет труда	89
65. Участие общественности	90
66. Основы организации работ	—
67. Геодезия в первом пятилетии	91
68. Геодезия во втором пятилетии	—
З а к л ю ч е н и е	94
Л и т е р а т у р а	96

І. ЗАДАЧИ ГЕОДЕЗИИ

1. Геодезия как наука. Геодезия — прикладная математическая наука, занимающаяся определением вида и размеров как всей земли, так и отдельных частей ее поверхности, и изысканием способов изображения их на бумаге в данном уменьшении (масштабе).

Если продолжить в сторону суши поверхность океана в его спокойном состоянии так, чтобы везде это продолжение пересекало направление отвесных линий под прямым углом, то получим сплошную, непрерывную, выпуклую, замкнутую поверхность, которая и представляет собой воображаемую поверхность земли, изучаемую в геодезии. Эта поверхность носит название **геоид**; ее принимают за основную **уровненную поверхность**, на которую проектируются все земные очертания; эти очертания переносят в требуемом уменьшении на бумагу в виде чертежа, называемого **планом**, **планшетом**, **фотопланом** данного участка, представляющего собой часть земной поверхности. Процесс получения плана, планшета, **фотоплана** называется **съемкой**; этот процесс изучается геодезией.

Установлено, что геоид весьма близок по своему виду к сфере; что он представляет собою сфероид, т. е. тело вращения, близкое к шару, поэтому землю можно принять за **эллипсоид вращения** с малым сжатием при полюсах.

На практике в некоторых случаях приходится принимать во внимание выпуклость земной поверхности, в других же случаях — незначительные по размерам участки можно считать плоскими; поэтому геодезию, как науку, подразделяют на **высшую**, имеющую дело с выпуклою земною поверхностью, и **низшую**, имеющую дело только с участками земной поверхности, принимаемыми за плоскость.

2. Задачи высшей геодезии. Задачи высшей геодезии, как науки, следующие:

- а) определение вида и размеров земли в целом;
- б) изучение местных отклонений фигуры земли от некоторой типичной формы;

в) исследования, направленные к выяснению устройства земли и ее жизни, как-то: исследования, связанные с вопросом о вращении земли, об отклонении направления отвесных линий, о перемещении береговых линий, о распределении масс в земной коре и прочие исследования геофизического характера.

Технические задачи высшей геодезии составляют:

а) определение геодезической основы, т. е. положения на земле опорных геодезических точек, обеспечивающих производство всякого рода съемок и всяких работ по землеизмерению;

б) разработка способов развертывания отдельных частей вышуклой земной поверхности, или всей земной поверхности, для изображения их на бумаге (на плоскости).

3. Задачи низшей геодезии. Задачи низшей геодезии имеют чисто практический характер; они заключаются в изыскании наилучших методов ведения съемок участков земной поверхности, на которых методами высшей геодезии уже определена геодезическая основа, т. е. проложена тригонометрическая сеть, дающая опорные точки, и дополняющая ее полигонометрическая сеть, или определены на местности из наблюдений над небесными светилами некоторые астрономические пункты.

В задачи низшей геодезии входят:

а) прокладка тригонометрической и полигонометрической сети низших разрядов — для развития сети, проложенной уже с применением методов высшей геодезии;

б) изучение различного вида съемок, дающих на бумаге изображение проекции участка земной поверхности, принимаемого за плоскость, на горизонтальную плоскость, в данном уменьшении, т. е. план;

в) изучение способов составления плана по измерениям и чертежам (абрисам), исполненным на местности, т. е. накладка плана;

г) решение всякого рода задач на планах и картах: вычисление площадей, проектирование нарезок участков, проектирование дорог, разбивка участков под разного рода постройки и сооружения и пр.;

д) перенесение проектов с плана на местность, т. е. трасировка.

4. Картография и ее задачи. С геодезией тесно связана картография, задача которой состоит в составлении и карты значительных участков земной поверхности, в данном масштабе, на основе методов высшей геодезии по

съемочным материалам, полученным методами низшей геодезии.

Выпуклая земная поверхность на значительных участках, для которых именно и составляются карты, не может быть развернута в плоскость без складок и разрывов, поэтому для изображения земной поверхности на бумаге приходится прибегать к условным построениям, называемым картографическими проекциями. Задача каждой картографической проекции заключается в построении сетки земных меридианов и параллелей, на которую затем наносятся точки геодезической основы по их координатам (широтам и долготам) и подробности местности, которые переносят с планов, планшетов, фотопланов.

Картография охватывает три момента:

а) выбор и составление картографической проекции, соответствующей данному заданию;

б) составление оригинальных листов карты путем наложения на сетку меридианов и параллелей — геодезической основы и съемочного планового материала, а также отделка оригинальных листов;

в) размножение оригинальных листов карты, т. е. издание карты.

5. План и карта. План представляет собой уменьшенное изображение проекции участка земной поверхности, принимаемого за плоскость; поэтому:

а) во всех своих частях план сохраняет длины линий такие же, как и на проекции земного участка на уровенную поверхность, но, конечно, в данном уменьшении (масштабе), постоянном для всего плана;

б) углы между линиями плана равны углам между соответствующими линиями проекций земных очертаний на уровенную поверхность, т. е. сохраняется подобие очертаний плана и проекций тех же очертаний местности;

в) сохраняется равенство площадей, заключающихся внутри контуров плана, площадям, заключающимся внутри соответствующих им проекций очертаний местности, если эти площади выразить в земельных мерах.

Отсюда ясно, что план представляет собой полное подобие проекции очертаний местности.

Карта представляет собой изображение проекции местных очертаний на значительном участке земной поверхности, который не может быть принят за плоскость, не может сохранить во всех своих частях одинаковый масштаб, подобие фигур и равенство площадей; поэтому, разрабатывая ту или

иную картографическую проекцию, обычно, задаются сохранением на карте только некоторых из этих элементов и притом не во всех частях карты, а только на определенных меридианах и параллелях или между определенными меридианами и параллелями. Однако, зная картографическую проекцию, в которой составлена карта данной местности, можно получить истинные величины линий, углов и площадей, взятых с карты, при помощи вычислений или вспомогательных построений. Следовательно, карта искажает местность и искажения находятся в зависимости от свойств картографической проекции, в которой карта построена.

Итак, необходимо всегда иметь в виду, что на планах и картах изображаются не истинные очертания местных предметов и контуров, а их проекции на уровенную поверхность, т. е. на поверхность океана, мысленно продолженную в сторону материков и островов; при этом: план сохраняет полное подобие проекции очертаний местности; карта, так или иначе, искажает их.

6. Предметы и методы геодезических изысканий. Геодезия строит свои выводы на математической обработке данных, получаемых из измерений в натуре, на местности. При исполнении геодезических работ в натуре измеряются: углы между направлениями на определенные точки естественных местных предметов, или на центры искусственных сигналов — в горизонтальной и вертикальной плоскостях — и линии, пролегающие по земной поверхности между определенными точками естественных местных предметов, или между центрами искусственных сигналов. По этим измеренным линиям вычисляются проекции линий на горизонтальную плоскость (план) и на уровенную поверхность. Во всех геодезических изысканиях (съемках) самыми ценными являются данные, добытые из измерений на местности, произведенных соответствующими в каждом частном случае инструментами и приборами, с надлежащею степенью точности, т. е. с точностью, соответствующею заданиям данного изыскания. Кроме таких непосредственных измерений в геодезии прибегают к вычислениям требуемых величин по формулам, в которых вычисляемые величины связаны математически с величинами, непосредственно измеренными на местности. При помощи этих формул вычисляемые величины должны получаться с требуемой для них степенью точности. Однако всякого рода измерения (углов и линий) совершенно точными быть не могут вследствие несовершен-

ства применяемых инструментов и приборов, а также вследствие несовершенства человеческих чувств, поэтому каждое измерение и каждое вычисление геодезических величин должны обязательно сопровождаться определением неизбежных ошибок данного измерения или вычисления, что позволяет установить, с какой именно степенью точности измерена или вычислена каждая геодезическая величина.

Точность измерений и вычислений определяют на основании теории ошибок измерений, которая составляет один из важных отделов геодезии; применение «теории ошибок» ко всем геодезическим изысканиям (съёмкам) является обязательным в геодезической практике.

Требуемая степень точности измерений и вычислений должна быть установлена в каждом частном случае — соответственно заданию данного геодезического изыскания (съёмки); в полном соответствии с нею должны быть выбраны геодезические инструменты и приборы, а равно приемы и методы измерений и вычислений. Все эти требования, обычно, выражаются в инструкции, составленной для данного геодезического изыскания (съёмки).

Кроме измерений горизонтальных и вертикальных углов и линий местности и соответствующих вычислений, углы и линии могут получаться графически и фотографически.

При графическом способе получения углов и линий — их мера (число градусов в углах, число метров в линиях) непосредственно не определяется, но углы и линии получают в виде чертежа на бумаге (на планшете); при фотографическом способе углы и линии между местными предметами также не измеряются непосредственно, но могут быть прочерчены по фотоснимку. А затем углы и линии могут быть измерены на планшете и на фотоплане (углы — транспортиром, линии — циркулем по масштабу) с графической степенью точности.

Следует иметь в виду, что при фотографическом способе (фотографирование с земли или с самолета) углы и линии, прочерченные на фотоснимках, не натуральные, а искаженные в зависимости от того, на какую картинную плоскость они проектировались в момент фотографирования; для получения натуральных углов и линий прибегают к трансформированию снимков при помощи особых приборов, называемых трансформаторами, из таких снимков составляют (монтируют) фотоплан.

Очертания всех местных контуров и местных предметов

состоят из линий, более или менее близких к прямым линиям, и из углов, образуемых этими линиями; относительное расположение их также определяется соответствующими углами и линиями; поэтому основная задача каждой съемки заключается в определении положения на плане отдельных точек, относящихся к контурам, местным предметам и неровностям местности (т. е. к рельефу местности) в таком количестве, чтобы по этим точкам можно было начертить на плане контуры, местные предметы и рельеф местности в том самом виде и в том самом взаимном расположении, как это имеется на местности. Для определения же положения необходимого и достаточного числа таких точек в натуре достаточно измерить только некоторые углы и линии, а величины прочих углов и линий вычисляются, потому что они находятся в некоторых математических соотношениях с измеренными углами и линиями, или же они получаются графически или фотографически.

7. Сущность съемки. Виды съемки. Геодезическая съемка имеет целью дать изображение участка местности на бумаге в виде плана, планшета. На план наносятся как очертания и взаимное расположение различных контуров и отдельных местных предметов (дороги, населенные пункты, угодья, реки, озера, отдельные сооружения, здания и пр.), так и рельеф поверхности земли. Полевая работа при этом заключается в измерении линий и углов не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскостях; камеральная обработка полученных в поле материалов заключается в составлении (накладке), а также в вычерчивании и отделке плана. Некоторые виды съемок дают возможность составления плана непосредственно в поле; в этом случае на долю камеральной обработки остается только вычерчивание и отделка плана. В отдельных случаях, в зависимости от задания съемки, план может быть неполным в том или ином отношении; например: контуры и местные предметы изображены на плане полностью, рельеф — обобщенный, или даже рельеф совсем не нанесен; или рельеф — подробный, полный, но зато местные предметы и контуры — только наиболее важные в данном случае и т. п.

В соответствии с применяемыми инструментами и методами работы съемки подразделяются на: угломерные и углоначертательные, которые, в свою очередь, имеют различные градации в зависимости от той степени точности, которая им ставится и ими достигается. Особым видом съемки является тахеометрическая съемка, как бы проме-

жуточная между съемками — угломерной и углоначертательной, по своим методам весьма сходная с углоначертательной съемкой, но сопровождаемая измерениями линий и горизонтальных и вертикальных углов. В последние годы в съемочных работах получила широкое применение фотография как наземная, так и воздушная (с самолетов). Съемка с применением фотографии составляет особый вид — фотосъемку (аэрофотосъемку).

По своему назначению все виды съемки могут носить специальный характер: лесные, землеустроительные, магнитные, геологические, гидрометрические, маркшейдерские, городские и пр. В каждой из этих съемок выделяются элементы местности, относящиеся к данной специальности и, кроме того, вводятся некоторые технические особенности производства самих съемок, удовлетворяющие запросам данной специальности.

Угломерная съемка подразделяется на: точную угломерную, производимую теодолитом, и упрощенную угломерную, производимую буссолью.

Углоначертательная съемка подразделяется на: мензуральную инструментальную, мензуральную полуйнструментальную, — производимые мензурой, — и глазомерную.

Если съемке подлежат пространства, на которых нельзя пренебречь выпуклостью земли, то на этих пространствах должна быть проложена тригонометрическая и дополняющая ее полигонометрическая сеть, как геодезическая основа (опора) съемки. Съемка участков, принимаемых за плоскость, может производиться как на основе тригонометрической сети, так и без нее.

Нанесенные на план (планшет) отдельные точки контуров и местных предметов соединяются прямыми линиями, несколько округляемыми при их пересечениях, если контур — криволинейный. Если измеряемые на местности линии наклонны к горизонту, то на план наносят их горизонтальные проекции, которые вычисляются по измеренной на местности длине линии и по углу наклона линии к горизонту, измеряемому для этого одновременно с измерением линии. Поправка за наклон к горизонту вычисляется или берется из таблицы; углы наклона, меньшие 2° , не принимаются во внимание и в таком случае линия, измеренная на местности, принимается равной ее проекции на горизонтальную плоскость. Что касается разности между проекциями линий на горизонтальную плоскость и их проекциями на уровенную поверхность, то путем математических выкладок обнаружи-

вается, что, например, при длине проекции на горизонтальную плоскость в 2 км и при высоте концов линии земной поверхности на 1 км над уровнем поверхности (океана), эта разность, даже в таком редко встречающемся случае на всем пространстве Европейской части СССР, составляет только 0,3 м, т. е. величину, исчезающую по сравнению с неизбежными ошибками съемочных процессов.

На этом основании поправки за приведение длин измеренных линий к уровню океана имеют значение и принимают в расчет лишь при точных геодезических работах.

При съемке неровностей местности дело усложняется тем, что каждая точка, имеющая значение в отношении рельефа, определяется не только положением ее в плане (двумя координатами), но и ее высотой, т. е. отметкою над некоторою уровнем поверхностью (третья координата). После нанесения на план (планшет) характерных линий и точек форм рельефа местности, как-то: хребтовых линий (водоразделы), водосливных линий (талвеги), вершин, седловин, котловин, перегибов скатов, очертаний оврагов и пр., является возможность, зная отметки точек, избранных для нанесения рельефа, изобразить на плане рельеф горизонталями, т. е. кривыми линиями, соединяющими точки, находящиеся на одной и той же вы-

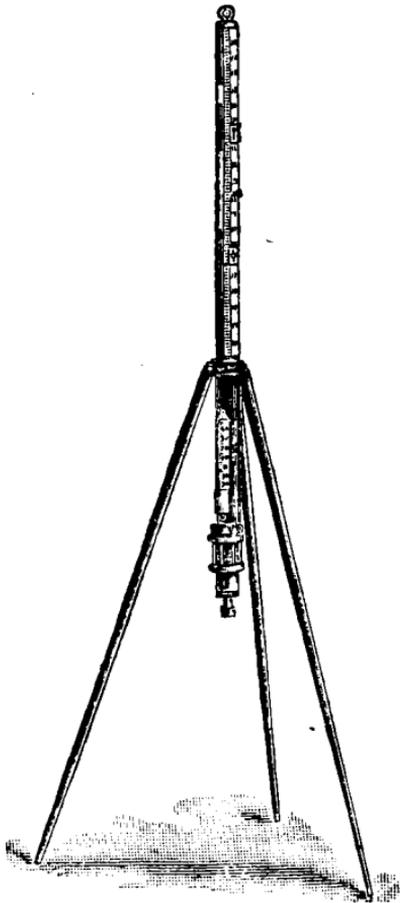


Рис. 1.

соте над общою для всех их уровнем поверхностью, от которой взяты высоты (отметки) характерных точек форм рельефа местности. Определение высоты точек для нанесения рельефа местности, в плане и по отметкам, производится одновременно с прочими действиями для определения положения точек контуров и местных предметов. Отметки точек геодезической основы (точек тригонометрической и полигономет-

рической сети, а также астрономических пунктов) определяются нивелированием, которое подразделяется на:

- геометрическое, производимое инструментом, называемым нивелир, при горизонтальном луче зрения;
- геодезическое (или тригонометрическое), требую-

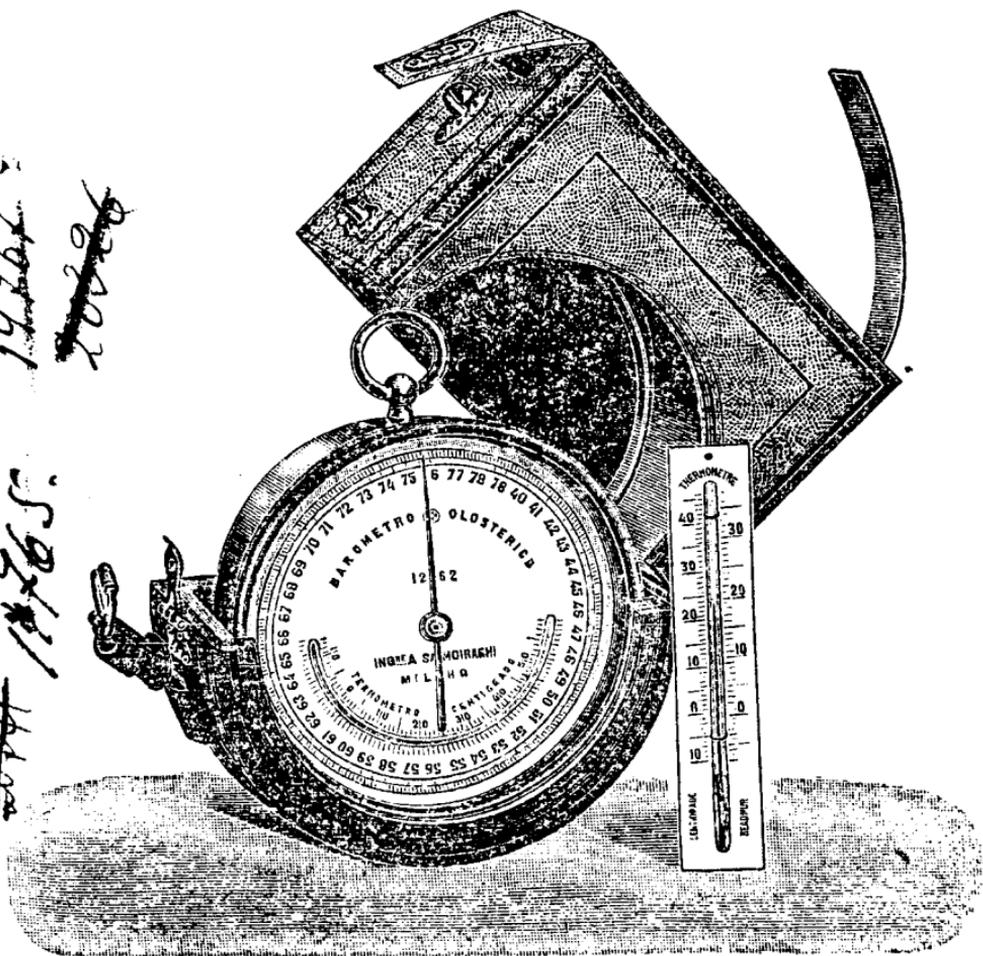


Рис. 2.

щее измерения углов в вертикальной плоскости и потому производимое угломерными инструментами с вертикальным кругом;

в) барометрическое (или физическое), производимое ртутными барометрами (рис. 1) или барометрами-анероидами (рис. 2) и гипсотермометрами. Наиболее точным

является геометрическое нивелирование; наименьшую точность дает барометрическое нивелирование. Если геометрическое нивелирование производится с высокой степенью точности, то оно называется **прецизионным** (точным).

Определение отметок точек для нанесения рельефа производится: при мензуральной съемке — измерениями углов наклонов линий местности к горизонту и их длин — и прегелем-дальномером; по углу наклона и длине линии вычисляется отметка точки, до которой измерена длина линии. При угломерной и тахеометрической съемке углы наклона и длины линий до точек рельефа определяются соответствующими угломерными инструментами с вертикальным кругом.

При аэрофотосъемке очертания резких форм рельефа (овраги, обрывы и пр.) получаются при фотографировании; остальной рельеф наносится на планшет-фотоплан теми же приемами, как при мензуральной съемке; в этом состоит контурно комбинированная аэрофотосъемка. Кроме того, при аэрофотосъемке применяются приемы стереоскопической высотной съемки, дающие в результате обработки фотографического материала, добытого фотографированием местности с самолета, помощью специальных аппаратов, рельеф местности, выраженный горизонталями.

Все вычисления при обработке данных, добытых измерениями в натуре, производятся в схемах, соответствующих применяемым формулам, которые разворачиваются в эти схемы. При вычислениях должен быть решен вопрос о числе десятичных знаков мантиссы логарифмов чисел, до которых включительно надлежит вести вычисления. Схемы вычислений должны быть разработаны таким образом, чтобы получались контрольные результаты.

При наладке планов, обычно, стремятся механизировать некоторые процессы помощью приборов; например, вместо вычерчивания сетки для откладывания прямоугольных координат (x и y) применяют координатограф (рис. 3); применяются механические перья для черчения горизонталей и пр. Вычисления ведут при помощи арифмометра.

8. Связь геодезии с другими науками. Геодезия находится в тесной связи с геологией и геофизикой. Изучение формы поверхности земли находится в связи с изучением строения земной коры, поэтому геодезические работы очень важны для геологических изысканий. Геодезисты производят наблюдения за колебаниями отвесной линии в данном месте,

за изменениями широт различных пунктов земной поверхности и за перемещениями земной коры под действием космических причин и вследствие землетрясений и пр.; все работы такого рода в связи с работами геологов и геофизиков дают материал для выяснения внутреннего строения земли, периодических перемещений масс внутри нее и иных обстоятельств жизни земли.

Точные геодезические работы (триангуляция и нивелировка) дают возможность изучить: вековые перемещения береговых линий; поднятие или опускание материков относительно

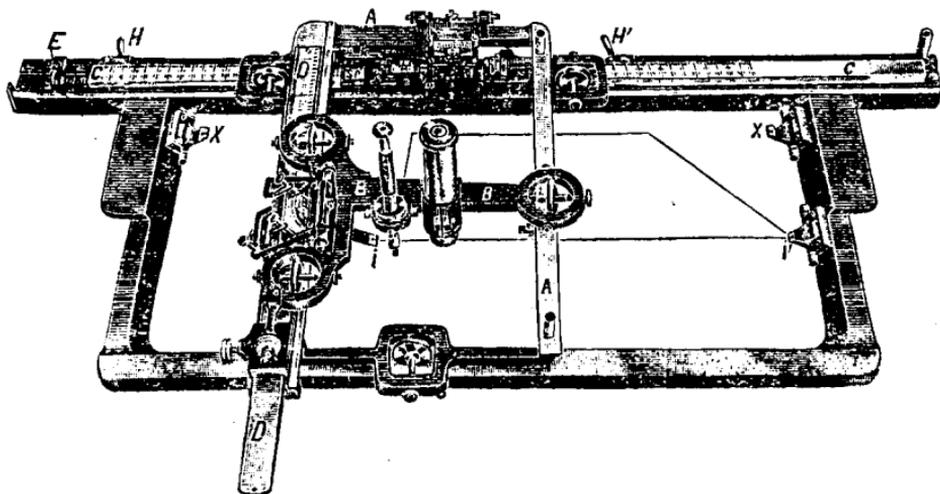


Рис. 3.

уровня океана; сдвиги земной поверхности вследствие землетрясения и пр. Таким образом геодезические работы и геодезические исследования захватывают целый ряд вопросов, касающихся устройства земли и ее жизни. Перспективы будущей жизни земли могут быть раскрыты тем скорее, чем шире будут развиты геодезические работы и чем теснее делается их связь с работами геологов, геофизиков, географов, сейсмологов.

Геодезическая практика тесно связана и с практической астрономией. В своих научных исследованиях геодезия широко прибегает к помощи математики и астрономии, поэтому изучение геодезии требует глубоких и обширных познаний в высшей и элементарной математике, а также теоретических и практических знаний астрономии.

Геодезия тесно связана с теорией и практикой инструментоведения (конструирование и исследование геоде-

зических инструментов и приборов). Из этой отрасли знания входят непосредственно в геодезию следующие вопросы: выбор инструментов для данной работы; поверка инструментов с целью обнаружения их систематических ошибок и правильности расположения их частей; выработка наивыгоднейших приемов измерений — в видах уничтожения систематических ошибок и достижения точности измерений, необходимой в каждом случае. Прочие задачи, как-то: проектирование новых усовершенствованных инструментов и приборов; исследование и выбор материалов для инструментов; затовка полуфабрикатов; обработка полуфабрикатов; монтирование (сборка) инструментов из их частей; исследование изготовленных инструментов; ремонт инструментов и приборов и пр. — составляют предмет точной механики, которая, однако, получает свои задания от геодезии как науки и от геодезической практики.

II. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ, ТОПОГРАФИЧЕСКИХ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

9. Геодезическая основа. Съемке обширных пространств должны предшествовать работы по созданию на местности геодезической основы — в виде треугольников тригонометрической сети, вершины которых представляют пункты тригонометрической сети, обозначенные на местности и р а м и д а м и (простыми и двойными) или с и г н а л а м и, с заложенными под ними цештрами (рис. 4 и 5). Все пункты тригонометрической сети вносятся в каталог под номерами или названиями; в каталоге помещаются географические координаты этих пунктов: широта, обычно обозначаемая греческой буквой φ («фи»), долгота, обозначаемая буквой λ («лямбда»), а также отметка H (высота) пункта сети над уровнем океана или над какой-либо другою уровенной поверхностью.

В том же каталоге помещаются и описания каждого сигнала с приложением, по возможности, кроки (схематический чертеж) местности его расположения. Составляется также чертеж сети в заданном масштабе. Рабочею тригонометрическою сетью является сеть II разряда со сторонами треугольников до 12—15 км и пункты III разряда, определенные засечками с нескольких пунктов II разряда. Для измерений углов этой сети применяется универсальный инструмент (рис. 6). По мере надобности между пунктами тригонометриче-

ской сети прокладываются полигонометрические ходы; их поворотные точки называются пунктами полигонометрической сети; координаты их φ , λ и H также вносятся в каталог. Полигонометрическая сеть накладывается на чертеж тригонометрической сети. Если тригонометрическая сеть не составляется, то ее заменяют отдельными астрономическими пунктами, кото-

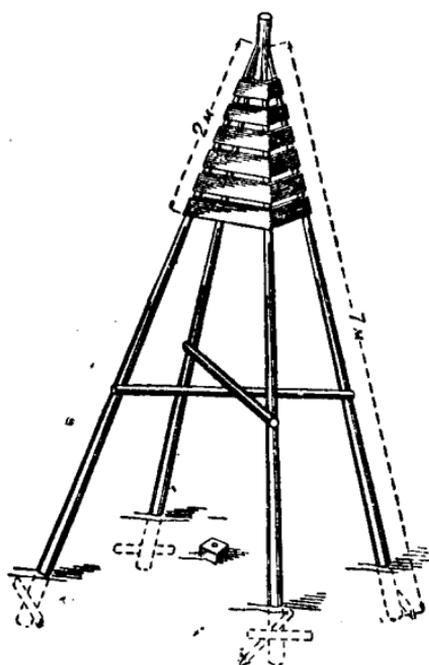


Рис. 4.

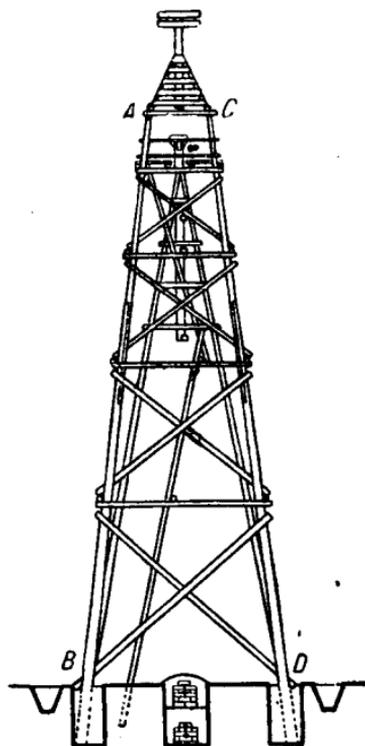


Рис. 5.

рые обозначаются на местности обычно каменными столбами. Точки геодезической основы могут быть нанесены на любую картографическую проекцию по координатам φ и λ . В последнее время стали вычислять положение пунктов тригонометрической сети II разряда не в географических, а в прямоугольных координатах Гаусса-Крюгера.

10. План местности. а) В результате точной угломерной съемки (теодолитом) является план участка местности, ограниченного некоторым многоугольником; на плане нанесены все подробности местности и должен быть выражен рельеф в горизонталях; к плану одного участка примыкает другой, третий и т. д. Приложениями к плану служат: геоде-

зический журнал (измерений), абрис, схемы вычислений координат точек окружных полигонов и диагональных ходов,

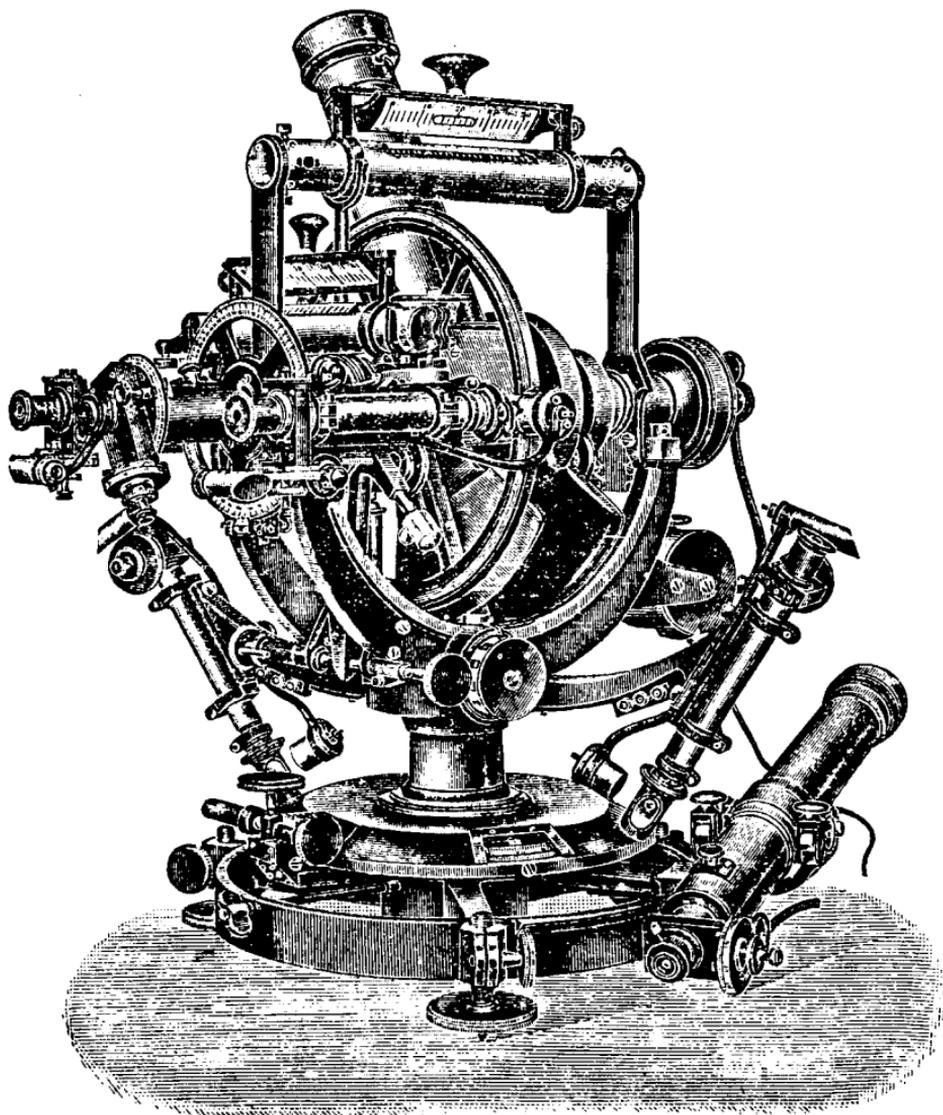


Рис. 6.

схемы привязок некоторых точек полигонов к пунктам тригонометрической и полигонометрической сети. Результатом упрощенной угломерной съемки (производимой буссолью) получается план, подобный плану теодолитной (угломерной) съем-

ки, но меньшей точности и без приложения к нему геодезического журнала, схемы вычисления координат и схем привязок.

б) Мензуральная инструментальная съемка состоит в заполнении на бумаге подробностями местности (контурами) и рельефом в горизонталях некоторого участка, ограниченного с севера и с юга отрезками параллелей данной широты, а с востока и запада — отрезками меридианов; следовательно, принимая во внимание сближение меридианов, каждый планшет мензуральной инструментальной съемки представляет собой трапецию, ограниченную отрезками параллелей и меридианов. Для различных масштабов (1:10 000; 1:25 000; 1:50 000; 1:50 000 и т. д.) заблаговременно составляется разбивка на планшеты, которые нумеруются по рядам и по колоннам, причем каждый обозначается двумя цифрами, например XV—12 означает пятнадцатый ряд и двенадцатая колонна, которые дают в пересечении (XV—12) планшет. В последнее время разбивку съемочных планшетов ведут применительно к листам карты масштаба 1:1 000 000. Разбивка на планшеты произведена для всей территории СССР и издана для общего руководства.

Приложениями к планшету мензуральной инструментальной съемки служат: геодезический журнал измерений (базиса и углов наклонов для определения отметок точек геометрической сети); калька высот (с отметками всех точек — геометрической сети и речных); калька контуров местности, а также иногда и топографическое описание местности. При полуинструментальной мензуральной съемке получают также планшеты; при этой съемке не ведут геодезического журнала и не составляют кальки высот. Разбивка на планшеты может быть местная.

Глазомерная съемка дает в результате кроки, подобные планшетам полуинструментальной съемки, также местной, а не общегосударственной разбивки.

в) Тахеометрическая съемка дает план, как при точной угломерной съемке: или в виде площади, ограниченной некоторым многоугольником, или в виде полосы местности вдоль (по обе стороны) некоторой оси — магистрали; приложения те же, что и при угломерной съемке.

11. Сгущение геодезической основы и нивелировка. Если точек геодезической основы, определенных по координатам φ , λ и H , недостаточно для получения плана снимаемой местности, то сеть дополняется: в угломерной съемке — полигонометрическими ходами, в мензуральной съемке — геометрической

сеть; в некоторых случаях возможно составление тригонометрической сети низшего разряда (с меньшими длинами сторон треугольника), опирающейся на пункты сети II и III разрядов.

Если недостает точек, определенных по отметкам (H), то между точками, уже определенными по отметкам, производят нивелирование соответствующей степени точности. Результатом нивелирования являются: полевые журналы нивелирования, каталог отметок пронивелированных точек и, если надо, профили (разрезы) местности по требуемым направлениям. В общей сложности все точки, определенные по отметкам, составляют опорную сеть нивелирных пунктов, которая увязывается и затем служит основой для определения отметок точек, необходимых для нанесения рельефа местности.

12. Карты. Геодезическая основа, основанные на ней съемки и нивелировки дают возможность составить карту в требуемой картографической проекции и в требуемом масштабе. Не представляется возможным составить карту, которая удовлетворяла бы запросам всех специальностей, потому что для такой карты трудно было бы подобрать единую картографическую проекцию и масштаб; кроме того, такая универсальная карта отличалась бы крайней пестротой, что затрудняло бы пользование ею на практике.

Поэтому, пользуясь изображением остова местности, на котором находятся населенные пункты, железные дороги, шоссе, грунтовые большие и проселочные дороги, реки, озера, лесные массивы, обобщенный рельеф местности и пр., — наносят на такой остов различные специальные данные, как-то: административные, дорожные, геологические, почвенные, сельскохозяйственные, военные, лесные, промышленные, этнографические и пр. В соответствии с данными, которые нанесены особыми «условными знаками» на остов местности, карта получает то или иное специальное название.

Из общих карт, представляющих собою лишь остов местности, в СССР существуют следующие карты:

1) Карта Европейской части СССР, масштаба 1:420 000, т. е. 10 верст в английском дюйме; составлена в проекции Гаусса; печатается в двух видах: с лесными массивами и без них. Карта этого масштаба имеется также и для многих районов Средней Азии, Западной и Восточной Сибири.

2) Карта западной полосы Европейской части СССР, масштаба 1:84 000, т. е. 2 версты в английском дюйме; на ней рельеф изображен горизонталями, коричневой краской.

3) Карта масштаба 1 : 126 000, т. е. 3 версты в дюйме в проекции Бонна, охватывает значительную часть площади Европейской части СССР.

4) Карта Западной Сибири; масштаба 1 : 2 100 000, т. е. 50 верст в английском дюйме.

5) Карта Азиатской части СССР; масштаба 1 : 4 200 000, т. е. 100 верст в английском дюйме; составлена в проекции Гаусса.

6) Карта СССР (составляется) масштаба 1 : 1 500 000, т. е. 15 км в 1 см.

7) Схематическая карта СССР масштаба 1 : 10 000 000, т. е. 100 км в 1 см.

8) Схематическая карта СССР масштаба 1 : 30 000 000, т. е. 300 км в 1 см.

Кроме этих, наиболее распространенных карт, имеются:

9) Карта некоторых районов СССР масштаба 1 : 42 000, т. е. 1 верста в английском дюйме.

10) Дорожная карта Европейской части СССР масштаба 1 : 1 050 000, т. е. 25 верст в английском дюйме.

11) Карта южной полосы Азиатской части СССР масштаба 1 : 1 680 000, т. е. 40 верст в дюйме.

12) Карты местного значения, составленные и изданные по распоряжению отдельных ведомств и учреждений.

13) Морские карты нескольких масштабов, в которых имеются береговые очертания суши и местные предметы, резко видимые с моря; дно изображается в горизонталях столь же подробно, как на земных картах изображается земная поверхность.

14) Всякого рода специальные карты.

В настоящее время взамен старых масштабов составляются карты в метрических мерах: 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000. Карта масштаба 1 : 1 000 000, т. е. 10 км в 1 см составляется по образцу так называемой международной карты.

Таким образом производственные результаты геодезических и топографических работ выражаются в виде плана местности с изображением ее рельефа и необходимых профилей; на основании плана составляется карта.

13. Обновление и исправление карт. Замечено, что в течение тридцати лет местность в населенных культурных районах настолько изменяется вследствие влияний природы и деятельности человека, что по истечении этого срока карта становится устаревшею, непригодною как материал для проектирования разного рода сооружений, земельных улучшений и пр. Более постоянными остаются: рельеф местности и глав-

тые водные пространства (реки и значительные озера), но и они в некоторых частях изменяются под действием природы и человека. Отсюда возникает крупный вопрос об освежении карт с таким расчетом, чтобы карты были всегда пригодны для применения в различных отраслях хозяйства; чем крупнее масштаб карты, тем существеннее становятся ее дополнения и изменения при освежении. В редких случаях, только при незначительных поправках, могут быть допущены исправления на самой карте. Обыкновенно освежение и исправление карты требует новой съемки того или иного вида; результаты этой съемки дают материал для освежения и исправления карты. В некоторых случаях удается исправлять и дополнять на местности планшеты мензуральной съемки и планы угломерной съемки, снятые прежде и послужившие материалом для первоначального составления исправляемой и дополняемой карты; в таких случаях процесс исправления карт значительно упрощается и удешевляется.

Лучшим способом исправления и дополнения карт в настоящее время является применение аэрофотосъемки, о чем излагается в книге М. Бонч-Бруевича «Аэрофотосъемка на службе социалистического хозяйства».

14. Работы местного значения. Кроме указанных здесь производственных результатов геодезических и топографических работ, так сказать, общегосударственного объема, — эти работы дают и другие результаты, имеющие местное значение. К работам местного значения относятся: подробные съемки в колхозах и совхозах; местные работы при проектировании данной дороги; работы при регулировании речных путей; при лесоустройстве данного лесного массива; в горных промыслах; в городском и поселковом хозяйстве; при изысканиях для устройства крупных сооружений: гидростанций, водных каналов, электростанций и пр.

Каждая из таких работ исполняется по правилам геодезии, на основании специальной инструкции, которая предусматривает между прочим: приемы работ; степень их точности и производственные результаты, ожидаемые от них.

III. ГЕОДЕЗИЯ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕОБЖИТЫХ ПРОСТРАНСТВ

15. Приближенные план и карта. При освоении необжитых пространств, для предварительного ознакомления с их свойствами, обычно, обращаются к рассмотрению карты; однако далеко не всегда для таких пространств могут найтись доста-

Точно полные карты. В таком случае должна быть предпринята рекогносцировка данного района, в результате которой, вместо карты, явится приближенный план, который может служить материалом для составления приближенной карты.

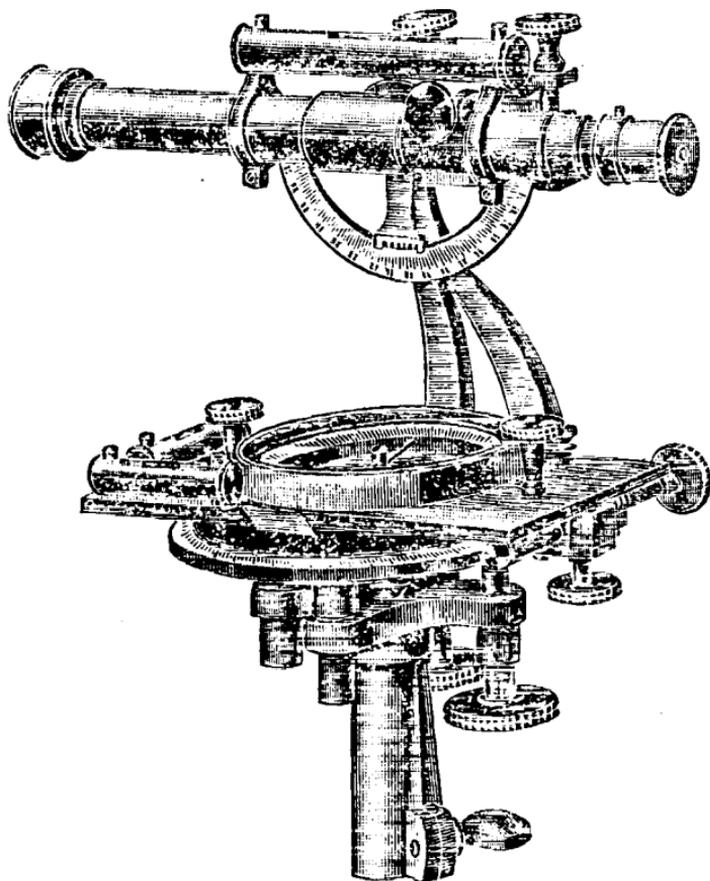


Рис. 7.

Для составления приближенного плана можно применить:

- а) упрощенную угломерную съемку буссолью;
- б) мензурную полуинструментальную съемку;
- в) глазомерную съемку;
- г) аэрофотосъемку.

В последующем изложении даются краткие указания относительно: съемки буссолью, мензурной полуинструментальной съемки и глазомерной съемки; вопрос о применении аэро-

фотосъемки рассматривается особо, в книге М. Бонч-Бруевича «Аэрофотосъемка на службе социалистического хозяйства».

16. Буссольная съемка. При съемке буссолью (рис. 7) не требуется тригонометрической сети; опорная система создается замкнутыми полигонными ходами, примыкающими последовательно один к другому. В дополнение к этим полигонам определяются — прямыми и обратными засечками — выдающиеся, хорошо видимые и отовсюду опознаваемые местные предметы, называемые ориентировочными пунктами, для чего с вершин полигонов на эти предметы измеряются азимуты — при прямой засечке; при обратной засечке азимуты измеряются к ориентировочных пунктов на поворотные точки полигонов. На поворотах полигонов измеряются азимуты его сторон (углы между сторонами полигонов не измеряются). Длина сторон полигонов измеряется шагами. Очертания и расположение местных предметов и контуров относительно сторон полигонов намечаются глазомерно и заносятся в абрис, который ведется в произвольном масштабе. В абрисе ведется наброска рельефа местности с помощью основных линий рельефа и горизонталей; направление скатов обозначается стрелками (бергштрихи). Геодезический журнал не ведется: все цифровые данные записываются в абрисе, у чертежа. Невязка в каждом сомкнутом полигоне допускается до 0,01 его периметра.

План составляется накладкой по данным, записанным и зачерченным в абрисе при помощи простых чертежных инструментов: циркуль, линейка, треугольник, транспортир. Направление линий откладывается по азимутам; длины линий берутся по масштабу шагов. План, после увязки полигонов и нанесения подробностей местности по абрису, отделяется, обычно, карандашом применительно к условным знакам, установленным для точной угломерной и мензульной инструментальной съемок.

В некоторых случаях, смотря по заданию, ограничиваются буссольною съемкою маршрутов, т. е. пути следования экспедиции и ближайшей к нему полосы местности с необходимыми ответвлениями в стороны. В таком случае опорные полигоны отсутствуют и, следовательно, съемка лишается своего обоснования; это обоснование съемки маршрутов может быть достигнуто определением астрономических пунктов на маршрутах; между астрономическими пунктами, определенными по широте и долготе, увязываются длины пройденных маршрутов. Такое обоснование необходимо, так как в противном случае маршруты останутся на весу.

Масштаб съемки выбирается: от 1:10 000 и мельче.

17. Мензульная полунструментальная съемка. При мензульной полунструментальной съемке:

а) геометрическая сеть, служащая основой съемки, предварительно не прокладывается на всем снимаемом пространстве, а развертывается постепенно, по мере развития съемки;

б) для точек геометрической сети выбираются преимущественно выдающиеся местные предметы; вехи ставятся в исключительных случаях;

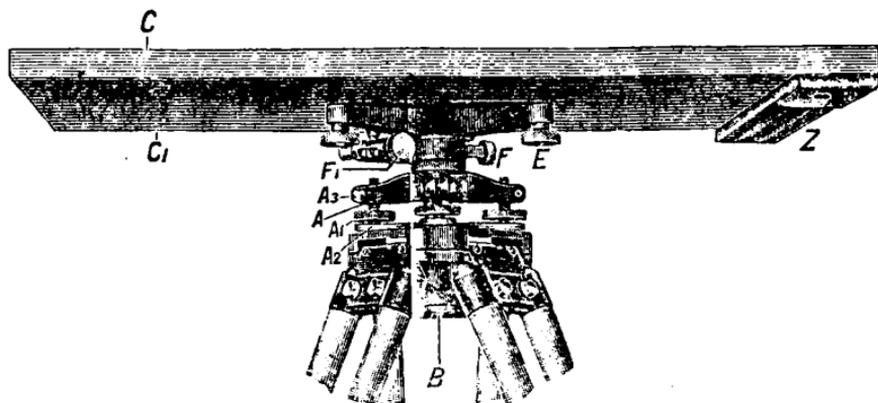


Рис. 8.

в) отметки (высоты) точек геометрической сети, обычно, не определяются, а равно и рельеф местности наносится без применения кипрегеля дальномера-высотомера;

г) контуры снимаются в общих чертах — ~~в~~ сечками и полярным способом с измерением расстояний глазомерно.

Инструментами служат: мензула (рис. 8) (применяют иногда мензулу облегченного типа) и к ней малый кипрегель; в некоторых случаях, когда все-таки приходится прибегать, согласно инструкции, к дальномерному определению важнейших расстояний и к определению высот точек геометрической сети — пользуются малым кипрегелем дальномером-высотомером, к которому рейки изготавливаются самими съемщиками.

Если в снимаемом районе имеются астрономические пункты или пункты тригонометрической сети, то геометрическая сеть привязывается к ним; в таком случае рамками планшетов полунструментальной съемки будут отрезки меридианов и параллельных кругов; для углов рамок могут быть вычислены

географические координаты, т. е. широта и долгота, а также съемка должна быть ориентирована по географическому меридиану. Одновременно со съемкою подробностей намечается скелет рельефа — пунктирными линиями: вершины, водораздельные линии, тальвеги, седловины, террасы, резкие перегибы скатов и пр.; после этого проводятся горизонтали с выражением крутизны скатов не в градусах, а градацией, установленной в зависимости от характера рельефа данной местности; направление скатов отмечается бергштрихами. Горизонталы в поле намечаются не сплошными линиями, как в мензальной инструментальной съемке, а отдельными обрывками в необходимых местах для вырисовки хребтов, скатов, ложин, седловин и пр. При окончательной обработке планшета (плана) горизонтали по возможности сводятся в виде сплошных линий; это особенно легко сделать в том случае, если работа в поле велась кипрегелем дальномером-высотомером, т. е. определялись отметки (высоты) точек геометрической сети и точек стояния мензулы.

В закрытой местности для опоры съемки прокладывают мензальные ходы по лесным просекам, дорогам и тропинкам в виде сети сомкнутых полигонов; нанесение рельефа выполняется во время прокладывания мензальных ходов, вправо и влево от них, насколько позволяет видимость. Подробности местности внутри сомкнутых полигонов заносятся на планшет глазомерно; рельеф местности внутри сомкнутых полигонов с успехом наносится помощью барометра-анероида, точность показания которого вполне достаточна для мензальной полуинструментальной съемки. Иногда приходится прокладывать от главных мензальных ходов боковые ходы — вправо и влево от главного; линии этих ходов определяются азимутами — ручной буссолью или компасом; длины линий измеряются шагами. Планшет отделяется условными знаками, применительно к инструментальной съемке.

М а с ш т а б съемки 1 : 100 000 и мельче.

Успех работы мензальной полуинструментальной съемки в масштабе 1 : 100 000 — от 800 до 1500 км² в летний рабочий период на 1 съемщика, в зависимости от условий местности, климата и, главным образом, от опытности производителя работ.

18. Глазомерная съемка. Глазомерная съемка производится, обычно, в целях предварительного ознакомления с местностью там, где не производилось никаких съемок; результаты этой съемки, по качеству, ниже результатов буссольной и мензальной полуинструментальной съемок.

Инструментами служат: ручная буссоль и записная книжка, или легкая мензула с компасом, или картонная папка с компасом, прикрепленным к ней, и масштабная линейка. Контуры и местные предметы при этой съемке заносятся на чертеж, называемый к р о к и, только главные: леса, обширные луга, поляны в лесах, болота, озера, реки, населенные пункты и пр. и притом лишь в общих чертах. Рельеф местности часто составляет главную задачу глазомерной съемки; он заносится попутно с зарисовкою контуров и местных предметов. Для зарисовки рельефа на-глаз необходим опыт и умение быстро разбираться в его строении: в распознавании вершин, направлений хребтовых линий, тальвегов, скатов и, вообще, в общей структуре рельефа, после чего частности рельефа уже легко подмечаются. Следует признать, что глазомерную съемку нельзя считать более л е т к о й, чем прочие виды съемки; наоборот, глазомерная съемка требует весьма опытных съемщиков; поэтому для глазомерной съемки необжитых пространств, где до сих пор не было никаких съемок, следует назначать съемщиков, проявивших умение и опытность в инструментальных съемках; в противном случае — и это можно утверждать заранее — глазомерная съемка значительных пространств не оправдает возлагаемых на нее ожиданий.

М а с ш т а б с ъ е м к и о т 1 : 10 000 и м е л ь ч е.

Нанесение направлений при глазомерной съемке производится буссолью, и даже компасом, с точностью не более одного градуса, поэтому измерение основных линий достаточно производить шагами, а прочие линии измерять глазомерно. При измерении линий шагами считают шаги п а р а м и или т р о й к а м и; отсчитанное число пар (или троек) берется по м а с ш т а б у ш а г о в и откладывается на кроки в метрах, — если работа ведется мензулой или папкой с компасом; если работа ведется в записной книжке, то азимуты, взятые по ручной буссоли, а также отсчитанные шагами и взятые глазомерно расстояния, записываются в книжке, на чертеже (абрис).

Для построения масштаба шагов съемщик должен установить размер своего нормального шага; для этого на местности выбирается какое-либо измеренное уже расстояние, например километр по большой дороге или шоссе; выбранное расстояние проходится несколько раз со счетом шагов. Положим, что съемщик отмерил на протяжении одного километра 440 троек шагов. Масштаб плана 1 : 25 000. В этом масштабе два сантиметра соответствуют 500 м на местности и, следовательно, 220 тройкам шагов съемщика. Основание масштаба шагов для

круглого числа троек шагов, например для 500 троек, определится из следующей пропорции $x : 2 = 500 : 220$, откуда $x = \frac{2 \cdot 500}{220} = 4,54$ см. Значит, если построить масштаб на основании 4,54 см, что соответствует 500 тройкам шагов, то с него можно будет брать непосредственно метры для данного масштаба. При измерении линий шагами полезно применять шагомер — для контроля числа шагов.

При глазомерной съемке можно измерять расстояния в ре- м е н е м, затраченным на проезд пути в повозке или верхом; для этого записывают по часам время начала и конца движения, а затем по масштабу времени откладывают соответствующее расстояние на кроки. Масштаб времени строится подобно масштабу шагов. Для построения масштаба времени проезжают несколько раз какое-либо измеренное расстояние, а затем определяют основание масштаба времени для круглого числа минут из пропорций, подобно вышеуказанному. Из опыта известно, что при навыке глазомерное определение расстояний дает удовлетворительные результаты для расстояний до 500 м; поэтому при глазомерной съемке пользуются глазомером для зарисовки контуров и рельефа на близких расстояниях; положение дальних предметов получают засечками.

Глазомерную съемку ведут замкнутыми полигонами, при- страивая их последовательно один к другому. Стороны полигонов удобно брать по дорогам, просекам, тропинкам, направляя их вне дорог там, где дорог недостаточно. Во избежание накопления погрешностей предпочтительнее вести работу небольшими полигонами; в этом случае увеличивается число узловых точек, служащих контролем.

Направление сторон полигонов прочерчивается на кроки.

Стороны полигонов измеряются шагами и откладываются на кроки по масштабу шагов; общее расположение контуров и местных предметов получают засечками, очертание их зарисовывается на-глаз — полярным способом. В каждой точке стояния (станции) после зарисовки контуров и местных предметов наносится, засечками и глазомерно, скелет рельефа; затем намечаются обрывистыми линиями горизонтали, выражающие подробности рельефа; число таких горизонталей и их расположение соотносится с крутизной скатов; при отделке кроки горизонтали, по возможности, объединяются в сплошные линии. Если в задачу съемщика входит достигнуть более надежной связи горизонталей, то надо определить высоты главнейших точек рельефа с помощью а н е р о и д а (рис. 2);

На крутых скатах можно оставить горизонталы прерывчатыми, лишь бы они выражали характер ската.

Лучшие результаты достигаются работой с малой мензулой, потому что при устойчивом положении на штативе чертеж будет точнее ориентирован в каждой точке; папка, которую приходится держать в руках, не может дать надежного ориентирования; поэтому папку применяют при съемке маршрутов; при съемке же замкнутых полигонов лучше применять малую мензулу. При маршрутной съемке, для контроля, необходимо определять астрономические пункты на маршруте; это поручается отдельной специальной партии. Связь по высотам при маршрутной съемке удовлетворительно устанавливается помощью анероида.

Производя глазомерную съемку, необходимо заботиться о том, чтобы всюду по кроки легко было опознать действительную местность и чтобы, обратно, став где-либо на местности, можно было определить (опознать) точку стояния — на кроки. Для достижения этого надо тщательно выбирать ориентировочные предметы на местности, характерные по своим очертаниям и по общему внешнему виду, например, большие камни причудливой формы, отдельные деревья, характерные отдельные строения и т. п., определять их на кроки и зарисовывать внешний вид ориентировочных предметов. Кроки глазомерной съемки вычерчиваются начисто карандашом в условных знаках, применительно к инструментальным съемкам; рельеф изображается горизонталями или штрихами; при штрихах лучше выражается общая связь форм рельефа. При работе пенком в один день заспичивается около 10 км² при развитой дорожной сети, которая непременно должна наноситься на план; в бездорожной открытой местности успех работы повышается до 25 км² в день.

19. Составление приближенной карты. При освоении значительных необжитых пространств в результате той или иной съемки получается значительное число планшетов (кроки); для возможности общего обзора местности по этому плановому материалу составляется приближенная карта в избранной картографической проекции.

Сначала заготавливаются в определенном инструкцией масштабе листы с сеткой меридианов и параллелей, в пределах широт и долгот, охватывающих исследуемую часть земной поверхности; затем на эти листы наносятся астрономические пункты, определение которых в таком случае необходимо. Между астрономическими пунктами укладываются полигонометрические ходы или геометрическая сеть, служившие осно-

вой съемки, после увязки наложенной основы съемки по этой основе наносятся на листы карты местные рубежи, контуры и предметы в очертаниях, обобщенных соответственно масштабу составляемой приближенной карты.

При нанесении на карту подробностей местности значительную помощь может оказать применение фотографии, позволяющей быстро и механически уменьшать плановый материал до того масштаба, в котором составляется карта. Ввиду того что изображение в плане несколько искажается при нанесении на географическую сетку, представляющую выпуклую земную поверхность, приходится увязывать между собой переносимый на сетку уменьшенный плановый материал. Чтобы избежать этого, можно прибегнуть к трансформации, т. е. к механическому искажению уменьшенного планового материала таким образом, чтобы он уложился без дальнейшей увязки на географическую сетку. Подробнее об этом см. книгу М. Бонч-Бруевича: «Аэрофотосъемка на службе социалистического хозяйства».

Если карта должна быть составлена с большей точностью, то в самый процесс съемки вводятся некоторые приемы, повышающие ее качества. К таким приемам относятся:

а) применение дальномеров при глазомерной съемке; так как при глазомерной съемке нет времени применять дальномеры с постоянными углами, которые требуют реек, то применяются:

дальномеры с изменяющимися углами, которые вместо реек позволяют пользоваться какими-нибудь предметами, имеющими известную высоту, например ростом человека или лошади, высотой постройки;

б) определение превышений точек производится приближенной нивелировкой ручным нивелиром различных систем;

в) измерение углов наклона производится эклиметром различных систем;

г) вместо компаса применяются ручные буссоли.

В результате этих приемов повышается точность планового материала. Если к этому прибавить правильно соображенную систему астрономических пунктов, то в результате приближенной съемки получится весьма доброкачественный плановый материал, который, в уменьшении до масштаба карты, обеспечит более высокие ее качества.

Однако такую карту нельзя ограничиться при освоении необжитых пространств. Располагая добытыми съемками материалом и составленной картой, надлежит произвести раз-

носторонние обследования на местности: геологические, гидрологические, почвенные, полезных ископаемых и пр., а также составить описания естественных богатств освоенной территории. Примером широкой постановки работ по освоению необжитых пространств могут служить работы в Канаде (Северная Америка); в этих работах не только составлялись планы и карты, но на планах и на местности намечались места будущих селений с разбивкой в них улиц между кварталами; намечались дороги, места, где должны быть вырыты колодцы, и прочие элементы культурного устройства края, которое наступит в то время, когда в нем появится население. Прибывающие в Канаду партии переселенцев получали от местных властей заранее подготовленные планы участков для заселения с намеченными на них и на местности населенными пунктами, дорогами пр., а равно описания, из которых можно почерпнуть все необходимые сведения. Переселенцам оставалось только приступить к строительным работам, потому что предварительная рекогносцировка была уже заранее исполнена и результаты ее находились у них в распоряжении.

IV. ГЕОДЕЗИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЗЕМЛЕ-УСТРОЙСТВЕ

20. Значение плана. Колхозы, совхозы, земельные участки, приписанные к фабрикам и заводам под огороды, и прочие возделываемые земельные участки состоят из разных угодий: пашня, выгон, луг, огородные земли и пр. Для правильной постановки сельского хозяйства на таких участках необходимо знать: размеры всего участка и площадь каждого угодья; размеры площадей неудобных для сельского хозяйства земель; размеры площадей таких земель, которые требуют специальных работ для их улучшения, как, например: болот — для осушения, лесных порубок — для выкорчевывания пней и т. п.; свойства почвы в угодьях; характер и крутизну скатов рельефа местности; водные площади: реки, озера, ручьи — с точки зрения их размеров и других свойств; затопляемые места; дороги, и, говоря вообще, необходимо знать в подробностях всю топографию местности в пределах данного участка. Такое освоение местности требует ее плана, если не сказать, что оно невозможно без подробного плана.

План необходим не только для освоения местности, т. е. подробного изучения ее свойств с точки зрения сельского хозяйства, но он необходим как для выработки о б щ е г о п л а н а

сельского хозяйства на данном участке, так и для ежегодного осуществления этого плана. Кроме всего только что указанного возникает вопрос о нарезке земельных участков колхозам, совхозам и другим учреждениям, т. е. обозначение в натуре границ (окружной межи) и нанесение этих границ на план или графически, или записью цифровых данных, определяющих взаимное положение точек окружной

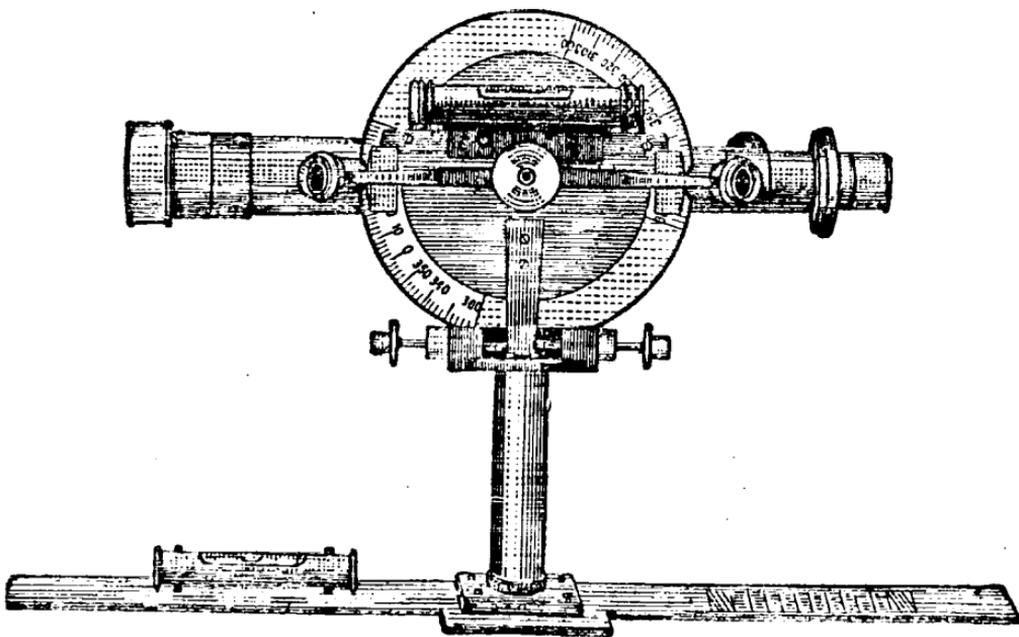


Рис. 9.

границы, как-то: румбов (или азимутов), мер линий, углов их наклона к горизонту и пр.

При обозначении границ на местности каждая поворотная точка границы должна быть закреплена прочным, неизменным признаком: подземным и надземным; для этого в землю зарывают кирпич, камень, бутылку, металлическую трубу и т. п.; кроме того, ставят деревянные, каменные или чугунные столбы, насыпают курганы, возвышающиеся над землей; вдоль линий границы пропахивают межники, оставляя их незасеянными.

Помимо указания границ на местности и на плане они описываются в геодезическом журнале. Некоторые поворотные точки окружной границы полезно привязывать геодезически к прочным предметам на местности (угол камен-

ного здания, труба фабрики, каменное здание водокачки и т. п.); это позволит восстановить признаки на поворотных точках в случае их утраты. Если на местности имеются пункты тригонометрической или полигонометрической сети, или астрономически определенные опорные пункты, то привязка к ним обязательна, потому что это позволит воспользоваться составленным планом сельскохозяйственного участка для государственной картографии; в таком случае плановой материал может быть правильно наложен на проекцию карты при ее составлении вновь, или при исправлении уже существующей карты.

21. Род съемки. Для того чтобы план сельскохозяйственного участка мог дать ответы на все необходимые вопросы, он должен быть составлен (снят) с применением полной мензульной инструментальной съемки с определением рельефа местности (с помощью большого кипрегеля) (рис. 8 и 9) или применением точной угломерной съемки теодолитом (рис. 10), причем для нанесения рельефа местности можно поступить двояко: или произвести необходимое геометрическое нивелирование поверхности снимаемого участка и по полученным отметкам нанести горизонтали, глядя на местность, или же снятый угломерно, без рельефа, план наклеить на мензульную доску и нанести на него горизонтали с помощью кипрегеля дальномера-высотомера, как это делается при мензульной инструментальной съемке. При таких работах надо стремиться к тому, чтобы геодезической основой была тригонометрическая и, дополняющая ее, полигонометрическая сеть. Если такая сеть не подготовлена заблаговременно, то при мензульной съемке основой должна служить геометрическая сеть, специально для этого составленная; при угломерной съемке основой служат: полигон окружной границы и диагональные полигонные ходы, проложенные внутри участка между точками окружного полигона.

Масштаб плана берется от 1 : 5000 до 1 : 2000 (иногда даже крупнее); столь крупный масштаб позволяет разбить площади угодий на отдельные гектары, что значительно облегчает многие сельскохозяйственные расчеты; такой масштаб позволяет проектировать в общих чертах всякого рода сооружения по улучшению земельных угодий, как-то: осушительные каналы, плотины, гати, дороги и пр. При значительном по площади участке составляют сборный план в масштабе 1 : 10 000; а для отдельных угодий, подлежащих улуч-

шению, составляют детальные планы в более крупном масштабе, соответствующем характеру предполагаемых работ. Выгоды плана более крупного масштаба заключаются еще и в том, что он дает возможность более подробного составления почвенного плана, являющегося в результате работ по исследованию почвы земельного участка.

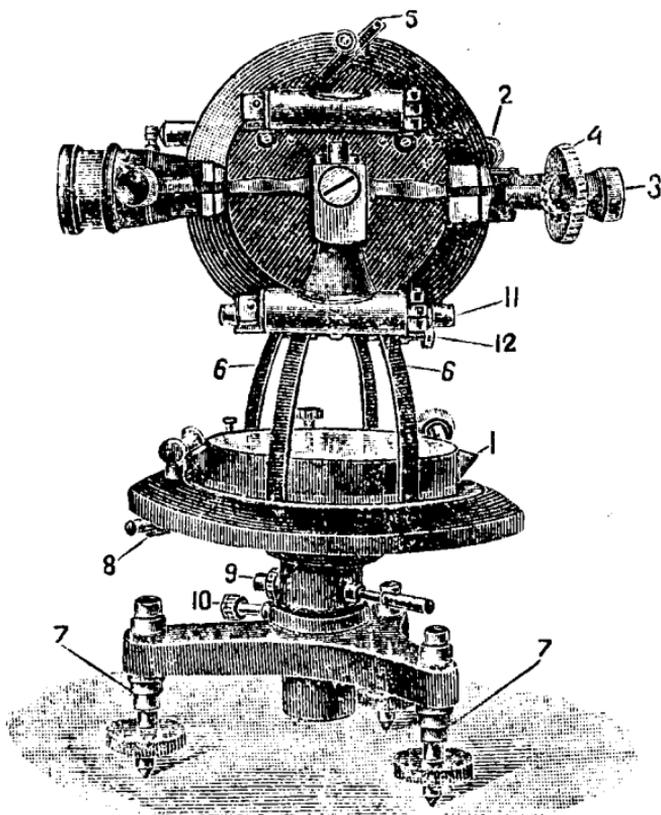


Рис. 10.

Если велась угломерная съемка, то следует вычислить прямоугольные координаты (x и y), по которым произвести накладку окружного полигона и диагональных ходов; площади внутри полигонов вычисляются, в таком случае, по координатам; площади угодий определяются планиметром (рис. 11); сумма площадей угодий, определенных планиметром, не должна отличаться от площади всего участка, вычисленной по координатам, более чем на 0,5% всей площади.

Если велась мензульная съемка, то площадь всего участка вычисляется геометрически и увязывается с суммой площа-

дей угоний, вычисленных планиметром, при той же допускаемой разнице в 0,5% всей площади.

После составления топографического плана на нем условными знаками (или красками) могут быть отмечены посеы разных культур для исполнения принятого севооборота. Чтобы план не подвергать изнашиванию, полезно обозначать исполнение ежегодного плана сельского хозяйства не на са-

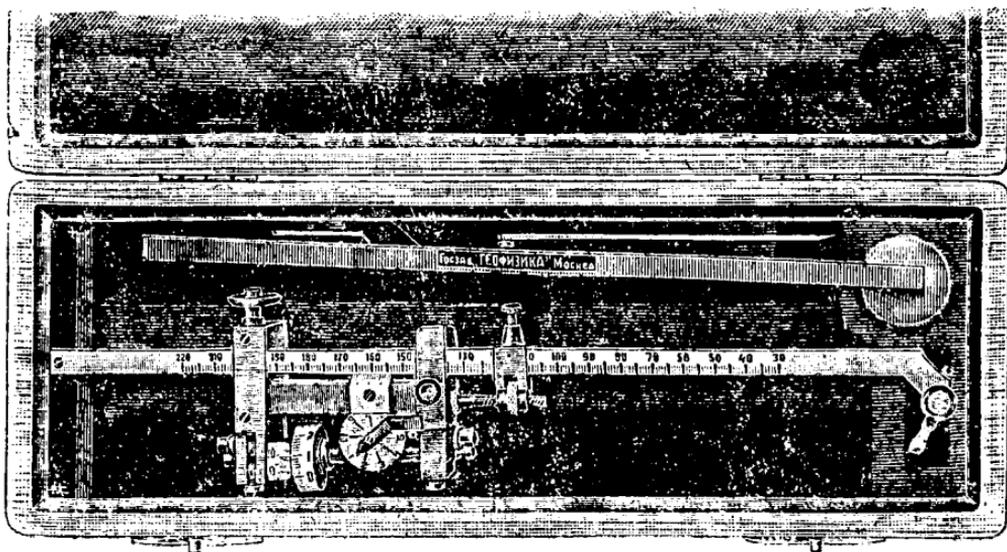


Рис. 11.

мом плане, а на коленкоровой кальке (или восковке), накладываемой на план; на такой кальке (восковке) могут быть обозначены, условными знаками или красками, разного рода культуры севооборота данного года, а также всякие работы по земельному улучшению данного участка.

22. Привязка к точкам тригонометрической сети. 1) Привязываемая точка полигона может быть определена как четвертая точка по трем данным точкам тригонометрической сети (задача Потенота). В привязываемой точке N измеряют привязочные углы α и β и примычный угол γ : первые два (α и β) служат для вычисления координат точки по координатам точек сети P, R, S ; третий угол γ нужен для вычисления азимута стороны NM полигона, а затем и азимутов всех последующих его сторон (рис. 12).

2) Для привязки можно применить определение двух точек полигона по двум точкам тригонометрической сети (задача Ганзена). В привязываемых точках N и M (рис. 13) изме-

ряют углы α и α' , β и β' ; один из этих углов послужит при-
 мычным для определения азимута стороны полигона NM

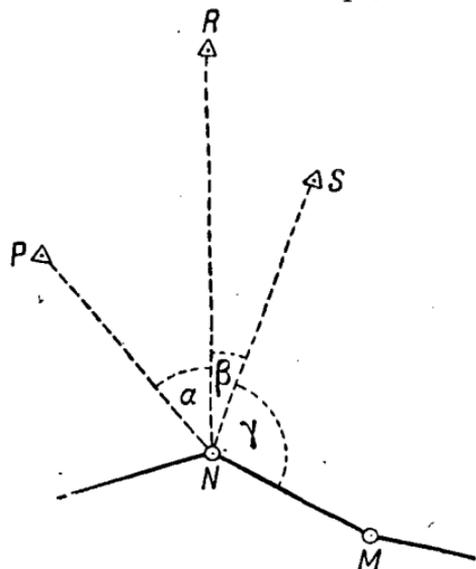


Рис. 12.

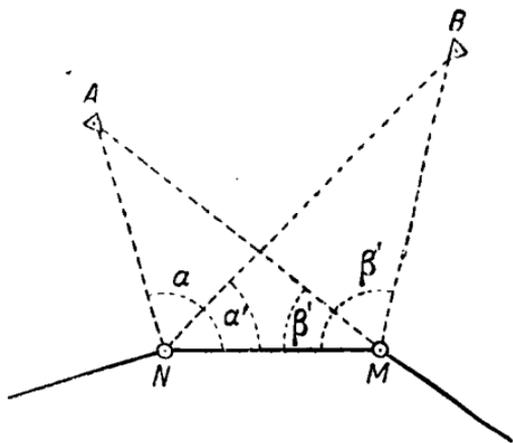


Рис. 13.

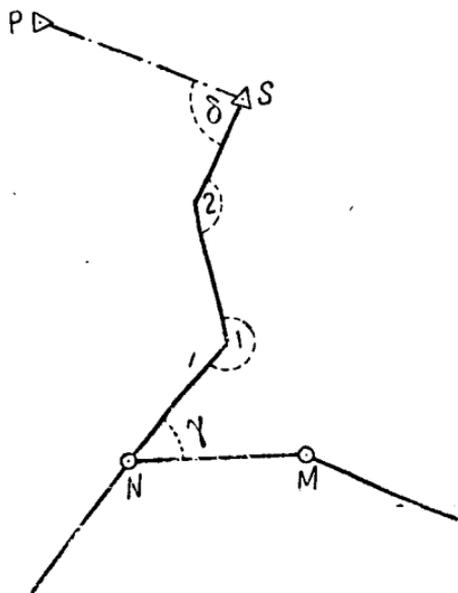


Рис. 14.

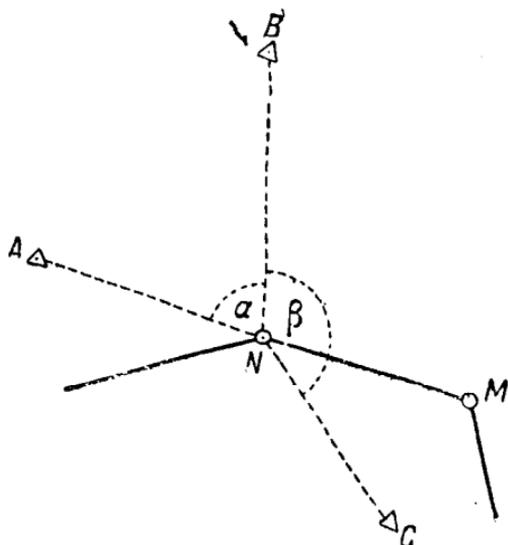


Рис. 15.

и последующих его сторон. Координаты точек N и M вычис-
 ляются по координатам точек A и B .

3) Привязку точки можно исполнить промером прямой или ломаной линии от определяемой точки N (рис. 14) до точки S — тригонометрической сети, измеряя промежуточные поворотные углы между линиями и примычные углы: γ в точке N и δ в точке S . Координаты точки N вычисляются по координатам точки S сети. Привязывают, обычно, несколько точек окружного полигона, удаленных друг от друга и расположенных в разных частях этого полигона.

23. Привязка к постоянным предметам местности. 1) В привязываемой точке N (рис. 15) измеряют углы на постоянные предметы: A, B, C ,

т. е. углы α и β . Для отыскания утраченной точки N по трем местным предметам прибегают к способу проф. Марека (см. «Курс высшей геодезии» С. М. Соловьева).

2) Если близ привязанной точки N (рис. 16) имеется, например, угол каменного здания, то, измерив расстояния x, y, z — до угла здания и до вбитых в его стены болтов, определим положение привязываемой точки N . Полезно измерить и примычный угол γ .

3) Если вблизи граничного полигона имеется прочная каменная ограда, имеющая излом, то для привязки точки N (рис. 17), измеряют расстояния x, y, z до точек излома ограды и примычный угол γ .

24. Спрямление границ между двумя участками. Границы между угодьями всегда выгодно иметь возможно более прямолинейными; между тем, в силу различных условий, они оказываются в натуре выраженными ломаными линиями, которые приходится спрямлять.

Эту задачу сначала решают на плане геометрическим построением. Пусть, например, надо выпрямить ломаный участок границы $AabB$ (рис. 18). Для этого соединяют вершины A и B линией Ab , через точку a проводят линию am , параллельную Ab , до пересечения с некоторой произвольной ли-

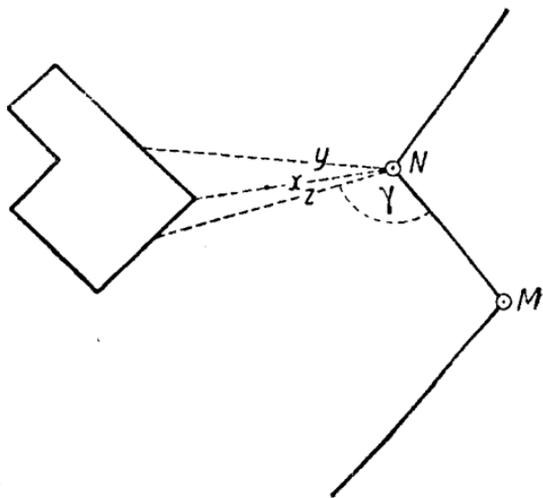


Рис. 16.

нией AL , проходящей через точку A , и соединяют m и b линией mb . Площади треугольников Aab и Amb равны, так как имеют общее основание Ab и равные высоты; следовательно, ломаная линия Aab может быть заменена прямою mb , причем размеры площадей участков I и II не изменяются. Точно так же поступают и далее: соединяют вершины m и B , через точку b проводят линию bn , параллельную линии Bm до пересечения с AL . Тогда ломаную линию mbB можно заменить линией nB . Таким образом линия nB и будет окончательно спрямленной границей между двумя соседними угодьями (I и II); при этом площади этих угодий не изме-

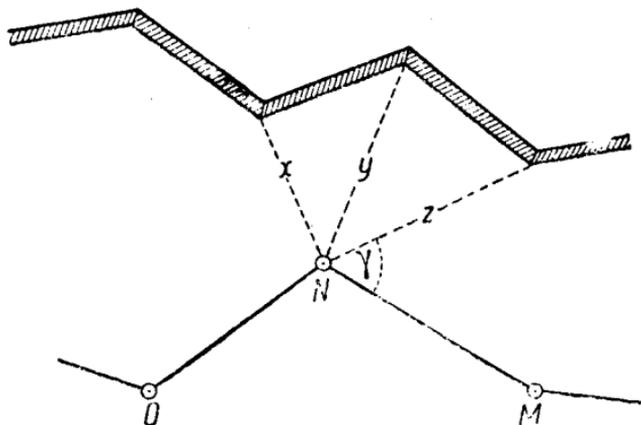


Рис. 17.

няются, так как сколько к каждой из них прирезано таким построением, столько же от них и отрезано. Решив задачу на плане, надо в поле отмерить от точки A длину An , взяв ее с плана, и провести на местности прямую nB , если местность открытая; если же местность между точками n и B закрытая, то на плане измеряется угол BnA ; затем по азимуту линий An (окружного полигона) и углу AnB вычисляют азимут линии nB ; под этим азимутом прокладывают на местности линию nB .

2) Если надо криволинейную границу заменить прямолинейной (рис. 19), то это достигается тем, что на плане проводят прямые линии таким образом, чтобы сумма отрезанных площадей от соседних угодий равнялась сумме прирезанных к ним. Для достижения этого проводят на плане проектируемую границу и вычисляют планиметром (или геометрически) по плану прирезаемые и отрезаемые части; полное равенство прирезаемой и отрезаемой суммы достигается

за счет прирезки и отрезки последнего звена прямолинейной ломаной границы.

Если затем требуется ломаную границу заменить одною прямою линиею, то это достигается, как выше было объяснено.

25. Разбивка поля на кварталы и гектары. Проект разбивки исполняется по плану, если он в достаточно крупном масштабе; если такого плана нет, то надо снять разбиваемое поле измерениями на местности и наложить на бумагу в достаточно крупном масштабе. При разбивке на кварталы и гектары должно быть принято во внимание направление скатов, дабы уменьшить размыв поля; это достигается тем, что по направлению ската намечаются диагонали отдельных гектаров.

С направлением скатов также соотнобразуются и направления дорог между кварталами разбиваемого поля, содержащие 10—12 (и более) га. Проект разбивки, составленный на плане, переносят на местность; разбивку начинают с проложения (трассировки) междуквартальных дорог, причем все расстояния для отмеривания на местности берут с плана, измеряя их циркулем по масштабу;

перпендикуляры восстанавливаются на местности экером или угломерным инструментом (теодолитом). Как общее правило следует избегать длинных перпендикуляров: для этого надо начинать трассировку с проложения на местности длинных линий и к ним восстанавливать возможно короткие перпендикуляры. После проложения на местности сети междуквартальных дорог производится разбивка отдельных гектаров в пределах каждого квартала, расстояния для промеров берутся с плана.

Предварительно решения задачи разбивки полей на кварталы и отдельные гектары полезно спрямить границы, если они слишком криволинейны или выражены сложными ломаными линиями,

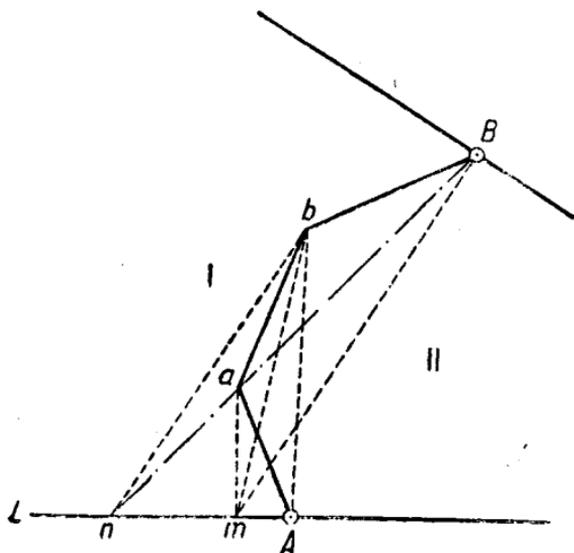


Рис. 18.

26. Освежение планов. Планы, которыми пользуются в сельском хозяйстве, должны всегда освежаться нанесением на них всякого рода изменений на местности, являющихся следствием: а) влияния времени, как-то: оползни, осыпи, рост оврагов, движение песков, изменения течения рек и ручьев, исчезновение болот вследствие их пересыхания и пр.; б) изменений, явившихся следствием земельных улучшений, как-то: осушение болот, уничтожение вредных песков, вырубку кустарников, всякого рода превращения неудобных земель в удобные; в) построек всякого рода, как-то: заводов, плотин, электрических станций, поселков, отдельных зданий и пр.; г) сооружения шоссе и грунтовых дорог и других путей сообщения.

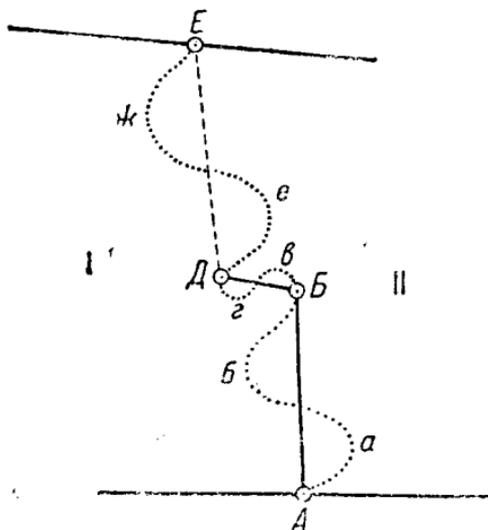


Рис. 19.

Только освежаемые планы, вполне соответствующие действительной местности, могут дать прочную основу

для ведения сельского хозяйства и позволят избежать многих крупных ошибок, являющихся следствием неудовлетворительных топографических планов.

V. ГЕОДЕЗИЯ В СУХОПУТНОМ ТРАНСПОРТЕ

27. Выбор трассы дороги; рекогносцировка. При проектировании железных дорог и шоссе вопрос сводится к выбору наиболее выгодного направления оси дороги (трассы) между теми пунктами, через которые дорога должна пройти. Под наиболее выгодным направлением трассы в техническом отношении подразумевается такое, которое приводит: а) к наименьшей длине дороги; б) к наименьшим земляным работам; в) к возможности проложить полотно дороги под углом наклона к горизонту, не превышающем предельной величины угла для данного вида дороги (железная дорога, шоссе и пр.); г) к возможности разбить закругления полотна дороги под определенным радиусом кривизны для данного вида дороги; д) к возможности обойти такие места, в которых необходимо устройство до-

рогостоящих сооружений (дренирование болот, постройка значительных мостов, пробивание туннелей и т. п.); е) ж возможности устроить водоснабжение (при проектировании железных дорог), а также к обходу других менее значительных технических затруднений и к созданию наибольших выгод при постройке и эксплуатации дороги. Предварительный выбор трассы производится по карте, разумеется, после того как решено, с экономической точки зрения, через какие именно населенные и другие пункты должна пройти проектируемая дорога. Выбирают, обычно, на карте несколько вариантов. После этого производят рекогносцировку полосы местности вдоль вариантов трассы, сопровождая ее съемкою и обследуя эту местность с различных точек зрения (грунт, вода, строение земного покрова и пр.).

28. Съемка полосы местности вдоль трассы. Рекогносцировка сопровождается съемкою полосы местности вдоль трассы в крупном масштабе, причем наличие точной подробной топографической карты весьма облегчает задачу съемщика, потому что такая карта дает обоснование и контроль съемочных работ, а также с нее можно взять некоторые подробности местности. Если карты для данной местности не имеется, то для обоснования и контроля съемки следует определить вдоль трассы хотя бы несколько астрономических пунктов.

Съемка ведется или мензуральная инструментальная (см. § 17), или глазомерная (см. § 18) и сопровождается барометрическим нивелированием. В результате полуинструментальной съемки получают планшеты, в результате глазомерной — кроки. Изучая этот плановый материал в связи с прочими результатами рекогносцировки, окончательно выбирают трассу проектируемой дороги (один из вариантов, может быть даже несколько исправленный по результатам рекогносцировки), наносят ее на карту (если карта имеется) или на плановый материал (если карты нет) и составляют продольный профиль. Окончательно избранная трасса должна быть разбита на местности, т. е. исполнена ее трассировка и вся полоса местности вдоль нее должна быть снята в плане и пронивелирована продольно и поперечно.

29. Трассировка. Трассировка заключается: в провешивании трассы на местности; в ее промере; в измерении углов поворотов; в разбивке пикетажа, т. е. в обозначении на местности точек продольного и поперечного нивелирования; в разбивке уклонов на основании результатов нивелирования; в разбивке закруглений. Одновременно с этими дей-

ствиями ведётся и съёмка местности, т. е. наносятся местные предметы, имеющие значение.

Проектная трасса на карте и протрассированное ее положение на местности должны характеризоваться: наименьшею длиною и наименьшим количеством работ. Наименьшее количество работ будет достигнуто в том случае, если уклоны трассы будут ближе подходить к уклонам местности и если трасса будет пересекать наименьшее число рек, оврагов, речек, болот и притом в верховьях образования оврагов и в верховьях рек и речек. Кроме того, количество работ будет меньше, если будут избегнуты: крутые косогоры, ползучие грунты, места, заливаемые внешними водами, заносимые снегом. Из всего этого ясно, что наиболее полный результат изыскания трассы дороги будет достигнут, если кроме геодезических изысканий будут произведены и другие изыскания: геологические, почвенные, гидрографические, метеорологические и пр.

Несмотря на стремление к проведению кратчайшей трассы, ее приходится удлинять вследствие различных причин, а именно: для обхода болот; для прокладки дороги по лучшему грунту и при лучших геологических условиях; для уменьшения числа пересекаемых ею рек, ручьев, речек и оврагов; для приближения к местам, изобилующим строительным материалом; для пересечения значительной реки перпендикулярно к направлению ее русла; для обхода значительных возвышенностей; для подъема на возвышенность зигзагообразно и в прочих частных случаях, вызываемых особенностями, обнаруженными при рекогносцировке в различных отношениях.

Нанесенное на карту (или на плановой материал, добытый при рекогносцировке) направление дороги, в виде узкой полосы местности, сопровождается надписями: румбов (или азимутов), длин прямых участков, радиусов закруглений, углов поворотов.

Разбивка (трассировка) на местности исполняется теодолитом и нивелиром; при этом на местности ищут такое положение оси дороги (трассы), при котором вся полоса дороги на местности дала бы «проектный» продольный и поперечный профиль, т. е. такой профиль, какой принят на плане или карте.

Трассу значительной длины разбивают на участки соответственно свойствам рельефа местности: равнинная, всхолмленная, гористая. На каждый участок посылаются изыскательная партия: производитель работ, десятник и необходимое число рабочих.

Радиусы закруглений железных дорог изменяются от 200 до 2000 м; наиболее практикуемые радиусы закруглений в 500—600 м; в гористых участках допускаются радиусы в 150—300 м; на узкоколейных железных дорогах допустимы радиусы даже до 100—120 м. При разбивке закруглений сначала определяется угол между двумя прямолинейными участками трассы, а затем между сторонами этого угла, как между двумя касательными, вписывается дуга окружности определенного радиуса (закругления); дуга на местности

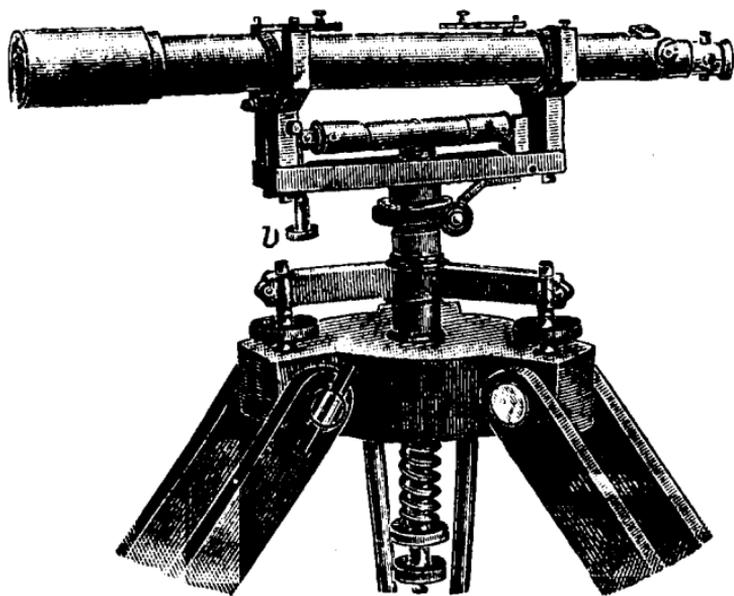


Рис. 20.

строится (трассируется) по точкам; необходимые для определения положения этих точек промеры берутся из таблиц, специально составленных для разбивки закруглений.

30. Нивелировка. Обычно нивелировку производят двумя нивелирами (рис. 20), идущими самостоятельно один за другим по заранее подготовленному (разбитому на местности) пикетажу. Ежедневно вечером обе нивелировки должны быть подсчитаны; без такого подсчета недопустима дальнейшая нивелировка на следующий день.

Для закрепления нивелировки на местности устанавливаются реперы и закладываются марки (рис. 21); реперы и марки представляют собою прочно закрепленные точки, определяемые по высоте над тем уровнем, к которому отно-

сятся отметки всей нивелировки; реперы можно устраивать на прочных пнях деревьев, на цоколях каменных зданий, на устоях мостов, на больших вросших в землю камнях и т. п.

Нивелировка реперов производится одновременно с общеою нивелировкой; реперы описываются в журнале. Нивелировка ведется как продольная, так и поперечная; длина поперечного профиля соображается с грунтом и берется такою, чтобы на поперечном профиле могли уместиться откосы полотна (насыпки) и всякого рода технические сооружения.

Убедившись, что обе нивелировки не расходятся между собою более, чем это допускается инструкцией для изыскания, по результатам нивелировки постепенно вычерчивают рабочий профиль, на котором наносится

проектная линия; по такому чертежу производится окончательная подгонка (проектирование) наиболее выгоднейшего положения полотна дороги.

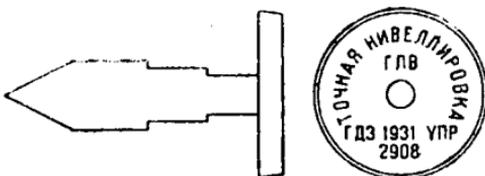


Рис. 21.

31. Тахеометрия. Из предыдущего ясно, что вдоль дороги при подробном изыскании ведутся две работы: угломерная съемка и нивелировка. Практика показывает, что обе эти работы выгодно заменить одною, именно тахеометриею, которая одновременно накапливает данные и для нанесения плана полосы дороги, и для составления ее профиля — продольного и поперечного.

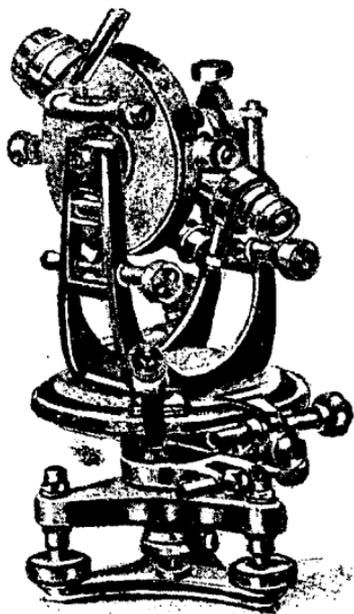
Тахеометрическая съемка выполняется угломерным инструментом, называемым тахеометр (вид теодолита) (рис. 22), при этом снимаются не только контуры, но и рельеф местности. Основой этой съемки при изыскании дороги служит ось дороги (трасса), которую следует закреплять на местности или привязкой некоторых ее точек к пунктам тригонометрической сети, или определением астрономических пунктов, если вблизи нет пунктов тригонометрической сети. В тахеометрии контуры снимаются полярным способом; при этом направления на точки контуров, в которых выставлялась рейка, определяются углами положения; эти углы отсчитываются на горизонтальном круге инструмента, или от направления магнитного меридиана (как азимуты), или от оси (трассы) в направлении хода часовой стрелки.

Расстояния определяются дальномером, отсчетами по рейке. Одновременно с этим отсчитывается и вертикальный угол.

Иначе говоря, с одной точки стояния инструмента каждая точка визирования определяется в пространстве тремя координатами; поэтому тахеометрическая съемка является быстрым методом работы, что особенно ценно при изысканиях дорог.

Приемы работы при тахеометрической съемке сходны с мензульной съемкой, но только здесь все данные измерений записываются в журнале и попутно набрасываются кроки местности; план составляется в порядке камеральной обработки полевых работ.

По дальномеру определяются небольшие расстояния, поэтому расстояния, определенные дальномером, не исправляются за кривизну земли и рефракцию. При окончательных изысканиях трассы дорожной линии сначала разбивают магистраль (трассу) с пикетажем вдоль нее и проходят ее геометрическим нивелированием. Затем работа по съемке полосы местности вдоль трассы — в плане и в профиле — ведется тахеометрической съемкой на основе проложенной магистрали (трассы) от отметок пикетов этой магистрали, определенных геометрическим нивелированием. При помощи тахеометрической съемки можно вести съемку и при рекогносцировке вариантов дороги, не прокладывая магистраль предварительно, а продолжая ее, следовательно, в процессе тахеометрической съемки. Работа заключается в следующем: по заданному общему направлению предполагаемой трассы прокладывается ход; его углы поворота выбираются на возвышенных местах рельефа; углы поворота измеряются по горизонтальному кругу, расстояния отсчитываются по дальномеру; измеряются вертикальные углы; измеряется азимут (или румб) первой стороны хода. В результате получают все данные для наложения хода на бумагу и для вычисления отметок всех точек стояния инструмента. Пикетаж в этом случае может и не



разбиваться. Попутно выполняется съемка подробностей, производимая полярным способом. В каждой точке стояния сначала записывают все данные по определению положения магистралей, затем берут реечные точки для определения положения контуров и, наконец, берут точки для определения рельефа местности. При каждом визировании на выставленную рейку записывают угол положения от магистрали и, для контроля, румб направления стороны магистрали и берут расстояние по дальномеру.

При визировании на реечные точки, взятые для нанесения рельефа, кроме того, записывают вертикальные углы. Попутно с измерениями ведется наброска контуров местности с рельефом, выраженным в виде скелета местности и обрывков горизонталей (кроки). По всем этим данным составляется план местности с рельефом, выраженным горизонталями. Если план, снятый тахеометрически, имеет ответственное значение, как, например, при окончательных изысканиях дороги, то его необходимо проверить в поле осмотром местности и сличением с нею готового плана. При таком осмотре необходимо обратить внимание: нет ли пропусков мелких форм рельефа и неправильностей в очертании контуров; такого рода пропуски вполне возможны и являются слабым местом тахеометрии как метода съемки. Принимая это во внимание, рекомендуется окончательно отделять план только после проверки его в поле сличением с местностью. Особенно затруднительна тахеометрическая съемка в пересеченной местности с причудливым рельефом. Явным преимуществом тахеометрии является ее быстрота и гибкость.

Если при проектировании дороги приходится снимать водоносную площадь реки, то в этом случае тахеометрическая съемка является очень выгодной; в этом случае магистрали располагаются так, чтобы они составляли сомкнутые полигоны, которые и послужат обоснованием съемки.

Ускорение производства тахеометрической съемки достигается применением тахеометров-автоматов, отсчеты на которых дают сразу и расстояние и разность высот. Таким образом прокладка всякого рода дорог и устройство на них всякого рода сооружений теснейшим образом связано с геодезическими изысканиями по карте и со съемками, производимыми на местности.

Недостаточное внимание к геодезическому исследованию окружающей местности может привести к крупным затруднениям при эксплуатации дороги, хотя бы и проектированной технически правильно.

VI. ГЕОДЕЗИЯ В ВОДНОМ (РЕЧНОМ) ТРАНСПОРТЕ

32. Задачи геодезических работ. При изучении реки как водного пути для судоходства на долю геодезии выпадают следующие задачи: 1) съемка на план долины реки и ее русла; 2) определение падения дна реки; 3) определение поперечных сечений реки (живых сечений); 4) определение рельефа русла реки; 5) определение скорости течения воды в реке на разных глубинах и в различных местах; 6) наблюдение за горизонтом воды (прибыль и убыль).

Попутно должен быть исследуем грунт русла и дна долины реки, потому что его свойствами определяются изменения в рельефе дна реки, следовательно, и глубины в фарватере реки, по которому проходят плавающие по реке транспортные средства. Кроме геодезических изысканий, река изучается и с других точек зрения, а именно: определяется количество воды, протекающей в разные времена года; количество атмосферных осадков, выпадающих в бассейне реки; метеорологические данные и пр.; эти изыскания не относятся к области геодезии. Только при полном изучении реки (геодезическом и всяком другом) возможно проектировать ее улучшение, как пути сообщения, в отношении всей реки и отдельных ее участков.

33. Съемка и нивелировка. Съемка долины реки и ее русла, определение падения дна реки, определение живых сечений и рельефа русла реки производятся одновременно. Основую этих работ служит магистраль (полигонный ход), прокладываемая вдоль одного из берегов реки, по дну ее долины. Поворотные точки, иногда и промежуточные, привязываются к пунктам тригонометрической и полигонометрической сети и к маркам или реперам прецизионной нивелировки; этим достигается точность в исполнении работ и возможность наложить составленный план на общую карту. Вдоль магистрали разбивается пикетаж. Если долина реки широкая, то магистраль, проложенная вдоль реки, включается в замкнутый полигон, другие стороны которого прокладываются по берегам долины реки; для лучшей увязки прокладываются в таком случае поперечные ходы; таким образом вдоль реки образуется ряд многоугольников по обе стороны реки.

Съемка производится точная угломерная или мензульная инструментальная. Масштаб съемки от 1:2000 до 1:5000. При съемке, кроме обычных подробностей местности (контуры и отдельные местные предметы), на план или планшет

наносятся: урезы воды реки, ее притоков и рукавов; староречья и затоны; пристани; всякого рода гидротехнические сооружения на реке и в ее долине; резко видимые на берегах долины и в самой долине отдельные ориентировочные предметы.

Попутно со съемкою ведется и нивелировка: вдоль магистрали — для определения уровня воды в реке; поперечная нивелировка берегов реки по направлениям живых сечений, а также продольная и поперечная нивелировки дна и берегов долины реки; поперечная нивелировка русла реки. Если долина реки широкая, то, кроме продольного нивелирования вдоль магистрали, ведется продольное нивелирование по дну долины реки на некотором расстоянии вправо и влево от основной магистрали.

Нивелирование вдоль магистрали и от нее к урезу (уровню) воды ведется прецизионное, т. е. наиболее точное. Поперечное нивелирование берегов реки ведется в тех местах, где изменяется их характер, например, где берег из обрывистого переходит в пологий и т. п.; все-таки желательно, чтобы между поперечными осями нивелирования было не более километра; острова и выходящие над водой мели также нивелируются поперечно; поперечное нивелирование ведется от основной магистрали, причем измеряется угол между основной магистралью и направлением оси поперечного нивелирования.

Нивелировка дна и берегов долины реки ведется, как и нивелировка поверхности (продольно и поперечно), с целью уловить характерные особенности рельефа местности и установить возможные пределы разлива реки, поэтому при нивелировании дна долины реки необходимо выяснить и установить отметку наиболее высокого горизонта воды при разливе, а также время, когда именно наблюдается такой горизонт воды, чему могут помочь опросы местных жителей. Нивелировки на обоих берегах реки (по обе стороны реки) обязательно должны быть связаны между собою инструментально; ограничиваться тем, что принять уровень воды в реке за горизонтальную плоскость, значит вносить заведомую ошибку в работу.

С целью изучения рельефа русла реки определяются живые сечения, т. е. поперечные профили в плоскостях, перпендикулярных к направлению течения реки. Промеры глубин (на глубоких местах) производятся через $\frac{1}{2}$ км шестом (наметкой) или лотом — по направлению створов, т. е. двух вех, поставленных на каждом берегу реки.

Точки, в которых производятся промеры, определяются засечками. Если на реке имеются пороги, мели, подводные камни, корчи, затонувшие суда и т. п., то в таких местах поперечные профили русла реки (промеры) берутся настолько часто, чтобы эти неровности дна вполне обнаруживались по вычерченным профилям. На основании сделанных промеров на плане русла реки наносятся через равные промежутки по высоте кривые, соединяющие точки равных глубин (горизонталы, изобаты), которые, в общем, выражают рельеф русла реки. На плане площади внутри линий равных глубин покрываются синим цветом; ясно, что чем большую глубину обозначает кривая, тем темнее получится охватываемая ею площадь, потому что ее покрывают синюю краскою большее число раз, чем значительнее глубина.

На перекатах, мелях, где фарватер изгибается и иногда даже получает направление почти поперек реки, поперечные профили (промеры) берутся настолько часто, чтобы фарватер судов наибольшей осадки вырисовывался горизонталями вполне ясно и определялся достаточным числом промеров.

В местах, где предполагаются какие-либо сооружения: пристани, молы, эстакады и пр., промеры берутся не только поперек реки, но и по косым направлениям; при этом измеряется угол между магистралью и каждым из косых направлений.

При нивелировках вдоль и поперек рек местами устанавливаются реперы, которые составляют основу нивелировки и потому нивелируются особенно тщательно; реперы позволяют впоследствии возобновлять и дополнять нивелировки, произведенные первоначально. Полученные нивелировкой отметки позволяют на каждом участке реки определить ее падение, с которым связана скорость течения.

34. Определение скорости течения и наблюдение за горизонтом воды. Скорость течения определяется различными приборами: 1) вертушками, 2) поплавками, 3) гидрометрическими трубами.

Большую точность определения скорости течения дают вертушки различных систем; с наибольшим успехом они применяются для измерения скоростей от 0,1 до 4,0 м/сек, на глубинах от 0,1 до 10,0 м. Наблюдения за скоростью течения производятся в некоторых местах реки в течение круглого года; места постоянных наблюдений за скоростью течения называются гидрометрическими станциями; на этих же станциях производятся наблюдения за горизонтом воды.

Места гидрометрических станций выбираются так, чтобы в них не происходило внезапных колебаний горизонта воды от разных случайных причин.

Опыт показывает, что желательно выполнение следующих условий при выборе места для гидрометрической станции: а) русло реки должно быть правильное, т. е. без резких изменений глубины; б) не должно быть разделения реки на рукава и протоки; в) не должно быть перекатов; г) падение реки на участке станции должно быть близким к среднему падению; д) не должно быть подводных камней и скал; е) длина реки (разлив) не должна быть слишком широкой; ж) участок станции должен быть прикрыт от влияния сильного ветра.

Участок станции избирается на протяжении от 1 до 3 км вдоль реки; избранное место снимают в плане и составляют профили его в крупном масштабе, со всеми подробностями как по долине реки, так и по руслу. На участке устраиваются водомерные посты в тех местах, где взяты поперечные профили русла реки.

Водомерные посты бывают двух видов: речные и свайные; они позволяют следить за изменениями горизонта (уровня) воды в реке. Все наблюдения над режимом воды реки приводятся к одному общему условному уровню, иначе эти наблюдения представляли бы собою ничем не связанные данные, не позволяющие делать какие-либо выводы для эксплуатации реки, как водного пути. При выборе условного уровня (поверхности) воды принимают наиболее низкий горизонт судоходного периода, который можно считать более постоянным для данного года и который наблюдался в данном году одновременно на всем исследуемом участке реки; при этом стремятся к тому, чтобы условные уровни воды соседних участков отличались бы между собою на возможно меньшую величину. Данные, собранные гидрометрическими станциями, изображаются в виде графиков, наносятся на карту и вычерчиваются в виде профилей.

Особые трудности наблюдений встречаются в тех случаях, когда вследствие подвижности, ползучести грунта русла реки происходят изменения в его рельефе.

35. Исследование перекатов и наблюдение за ними. Перекаты представляют собою самое главное препятствие для судоходства. Отсюда ясно, что перекаты должны быть подробно и тщательно изучаемы, и что за ними должно быть установлено непрерывное наблюдение. С этой целью на важных перекатах должны быть устраиваемы гидрометрические

станции, на которых должны производиться все вышеуказанные геодезические, а также гидрометрические исследования. Магистралы у перекаатов должны прокладываться по обоим берегам; они связываются между собою инструментальною нивелировкой. Поперечные профили берутся поперек течения и в косых направлениях в числе, необходимом для точного выяснения всех очертаний и свойств переката и его рельефа; поперечные профили берутся не более чем через 100 м. На берегах устанавливается достаточное количество реперов, точно связанных между собою и с реперами выше и ниже переката — по течению реки. Число водомерных постов на перекаате увеличивается; их сваи связываются точною нивелировкой.

Многолетние наблюдения на перекатах дают возможность изучить характер каждого из них и отсюда, как вывод, принимать меры борьбы с вредным влиянием каждого переката на судоходство по данной реке.

VII. ГЕОДЕЗИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ

36. Топографический план лесного пространства. Основанием для организации и ведения лесного хозяйства в данном лесном массиве служит его топографический план, на котором, кроме всякого рода местных предметов (реки, озера, болота, дороги, селения и пр.) и рельефа местности, имеются: контуры леса — по породам, по возрастам, по густоте насаждения; а также контуры: вырубленного леса, кустарника, горелого леса, бурелома и пр. На основе такого плана может быть произведена подробная лесная таксация, которая определит: общую кубатуру запаса древесины; ее кубатуру — по породам и возрастам в различных частях лесного массива; ежегодный прирост древесины и прочие данные, необходимые и достаточные для решения всех вопросов лесного хозяйства. Только на основе такого плана может быть произведено лесоустройство, т. е. такая организация лесного массива, которая наиболее благоприятствует правильному и успешному ведению лесного хозяйства и, в частности, правильной эксплуатации леса как материала, применяемого в различных отраслях хозяйства.

Полный топографический план лесного массива должен включать в себя сведения о почве под лесом и о гидрографии, потому что эти данные, вообще, влияя на произрастание леса,

подлежат особо строгому учету в вопросе новых насаждений и, особенно, в деле вырубki леса; при недостаточном внимании к распределению и свойствам почв и подпочв можно нанести неисчислимый вред благосостоянию лесного массива, хотя бы, например, обнажением песков, способных сделаться сыпучими, подвижными, борьба с которыми потребует значительного напряжения и обойдется дорого; в результате недостаточно продуманных вырубок леса может произойти пересыхание болот, ручьев, речек, питающих крупные водные артерии данного бассейна и сохраняющих влагу, потребную для произрастания леса; вырубka значительных лесных пространств может оказать вредное влияние в климатическом отношении, что уже отзовется на состоянии сельского хозяйства в данном крае.

Топографический план лесного пространства должен освежаться через известные промежутки времени.

37. Первоначальная съемка лесного пространства. Если лесное пространство не разбито на кварталы просеками, то геодезической основой его съемки служит окружающий его полигон и диагональные ходы между его поворотными точками, прокладываемые по дорогам через внутреннее пространство леса; в тех направлениях, где дорог недостаточно, прорубаются специальные просеки. Окружной полигон и диагональные ходы проходят угломерно, теодолитом минутным и полуминутным; стороны полигона и диагональных ходов измеряются стальной лентой — двукратно. Углы увязываются; вычисляются приращения координат точек окружного полигона и диагональных ходов; невязка в приращениях увязывается; вычисляются координаты точек полигона и диагональных ходов; площади вычисляются по координатам. Для контроля некоторые точки привязываются к пунктам тригонометрической сети; если сети нет, то некоторые точки привязывают к постоянным местным предметам, которые наносятся на план возможно тщательнее. Одновременно с измерением сторон полигона и диагональных ходов отмечаются промерами пересечения различных контуров, а также определяются засечками и полярным способом близлежащие контуры и отдельные местные предметы. Контуры в лесах весьма разнообразны, а именно: включающие в себя ту или иную породу леса; лес того или иного возраста; лес той или иной густоты насаждения; кустарники; молодые насаждения; лесные поляны; лесные вырубki; горелый лес; бурелом и пр., а также обычные контуры: населенные пункты, огороды, пашни, луга, реки, озера, болота, ручьи, дороги и пр. Спе-

специально лесные контуры часто бывают весьма сложного очертания и с земли они трудно поддаются ясному обзору, так как в лесу обзор, вообще, ограничен. Отсюда ясно, что прохождением одних только линий окружного полигона и диагональных ходов ограничиться невозможно; после их прохождения производитель работ, в зависимости от характера контуров, должен сообразить, по каким именно направлениям надлежит пройти внутреннее пространство дополнительными промерами, чтобы получить достаточное количество точек для вырисовки всех контуров, имеющих в лесу, как специально лесных, так и общего характера.

Дополнительные промеры производятся по ломаным линиям, начинающимся от какой-либо точки окружного полигона или диагонального хода, определенной по координатам и отмеченной на местности каким-нибудь прочным знаком (чаще всего деревянный столб), и заканчивающимся также у окружного полигона или у диагонального хода. Для прокладки каждого колена ломаной линии прочищаются ветви и срубаются мелкие деревья, стесняющие визирование; такие доступные для визирования направления в лесу называются *визирками*.

Прохождение вдоль визирки сопровождается измерением углов между направлениями визирования и примычного угла со стороною окружного полигона или диагонального хода как в начале, так и в конце ходов по визиркам данной ломаной линии.

Одновременно с прохождением теодолитом и мерною лентою по линиям окружного полигона и диагональных ходов, а также по визиркам — кроме измерений для составления топографического плана — производится лесная таксация, т. е. специальное исследование по определенной программе, определенными методами лесных насаждений, заключающихся внутри каждого лесного контура, намеченного производителем работ — специалистом по лесной таксации.

Для целей составления топографического плана результаты измерений углов и линий записываются в геодезический журнал; подробности измерений для определения очертания и положения контуров и местных предметов вносятся на приближенный чертеж — абрис; данные лесной таксации вносятся в специально разработанный для этого журнал, в котором для каждого элемента таксации леса имеется соответствующая графа. Весь ход работ по съемке и таксации лесного пространства предусматривается специальной инструкцией.

Для нанесения на план рельефа местности под лесом производится нивелирование занимаемой им площади; для этого определяются отметки поворотных точек всех теодолитных ходов вокруг леса и во внутреннем его пространстве, а также отметки всех точек перегибов скатов, встречающихся при измерении линии; такого рода определения делаются одновременно с обходом, причем углы наклона отсчитываются по вертикальному кругу теодолита, а расстояния до выставляемых реек берутся по дальномеру. Рельеф местности вправо и влево от теодолитных ходов заносится в абрис — глазомерно. Если в лесу встречаются резкие формы рельефа, например крупный овраг, то его верхнее очертание определяется как контур; по тальвегу оврага делается специальный ход теодолитом; скаты оврага определяются, по очертанию и отметкам, с точек стояния в тальвеге. Если овраг обширный, с разнообразными скатами, то его приходится нивелировать, продольно и поперечно, нивелиром, а на крутых местах ватерпасом. Ряд точек, определенных по отметкам внутри леса и по оврагам, в связи с остовом рельефа, занесенным в абрис глазомерно, дает возможность изобразить рельеф местности под лесом горизонталями. Конечно, рельеф под лесом получится несколько обобщенным, т. е. с пропусками мелких форм рельефа и некоторых складок местности, но это несущественно: лишь бы были правильно нанесены и определены отметками основные формы и резкие от них отклонения: овраги, обрывы, глубокие котловины и т. п.

Изложенное здесь показывает всю сложность топографо-геодезических работ в лесах, особенно, если принять во внимание, что одновременно со съемкою, горизонтальною и вертикальною, приходится вести и таксацию леса, чтобы не возвращаться на уже отработанные его участки.

38. Разбивка на кварталы. По плану, окончательно отделанному условными знаками, в туши или в красках, проектируется разбивка леса на кварталы, обычно площадью в 1 км^2 , или как будет указано специальною инструкцією. Эта разбивка заключается в проектировании на плане кварталных просек таким образом, чтобы центральная часть лесного пространства была разбита на полные квадраты с таким расчетом, чтобы на отрезки вне этих квадратов оставалась возможно меньшая часть лесной площади. Проектированные на плане лесные кварталы включают в себя лесные контуры или их части; судя по внутреннему содержанию лесных контуров каждого лесного квартала, будет составляться общий и ежегодный план лесного хозяйства в дан-

ном лесном массиве; равным образом, на том же основании будут приниматься всякого рода меры для улучшения свойств лесонасаждения в каждом лесном квартале. В некоторых, преимущественно давно устроенных лесных пространствах, разбивка леса на кварталы производилась в натуре, без определенного составления топографического плана; в таких случаях топографический план составлялся впоследствии. При платовом, интенсивном социалистическом хозяйстве следует признать обязательным только тогда приступать к каким-либо предприятиям в лесах, когда для этих лесов составлен достаточно полный топографический план с правильной производственной таксацией. Когда проект разбивки леса на кварталы готов, квартальные просеки переносятся на местность, т. е. производится трассировка проектированных по плану просек, с очисткою их от всяких насаждений вырубкой деревьев и корчевкой пней. Трассировка производится в лесу теодолитом; при этом все промеры для правильного проложения просек берутся циркулем с плана по поперечному масштабу с возможно большею тщательностью.

39. Съемка лесного пространства, разбитого на кварталы просеками. Если подлежащий съемке лес уже разбит на кварталы, то геодезическою основой для нее служит система квартальных просек в связи с окружающим полигоном. Прокладывать диагональные ходы для создания основы в этом случае не приходится.

Положение точек пересечения квартальных просек между собою, а также положение точек поворотов окружающего полигона и точек пересечения просек с линиями окружающего полигона определяется угломерно (теодолитом), т. е. обходом сомкнутых ходов; при этом линии измеряются двукратно стальной лентою. Контуры определяются промерами: по сторонам квадратов (по просекам) и в каждом квадрате — по визиркам.

Одновременно с промерами для определения контуров производятся измерения вертикальных углов и линий для определения отметок точек с целью нанесения рельефа местности.

Лес, разбитый на правильные квадраты, дает возможность произвести более подробное нивелирование занятой им земной поверхности; для этого проходят нивелиром вдоль всех просек, вдоль и поперек леса; при этом заносят в абрис остов рельефа местности, заглядывая внутрь леса, т. е. вправо и влево от нивелирного хода, прокладываемого вдоль просеки. Основные формы рельефа при таком порядке работы улавливаются точнее, но рельеф местности под лесом остается обоб-

ценным; резкие формы рельефа определяются по очертанию и по рельефу особыми инструментальными ходами, как это было выше указано. В остальном лесная съемка при наличии просек ведется на тех же основаниях, как и без них.

40. Значение аэрофотосъемки. Определение очертания специально лесных контуров требует от производителя работ прежде всего того, чтобы он отличил (увидел) своим глазом их очертания; вот это-то и представляется во многих случаях весьма затруднительным: если производитель работ не отличит контуры с полной ясностью, то он и не получит на плане их натурального изображения. В этом затруднении могущественную помощь оказывает аэрофотосъемка. Фотографирование леса с высоты 2000—4000 м дает изображение лесной площади в виде мозаики контуров, которые получились вследствие различных причин: различная степень отражения света (породы леса); густота насаждения; возраст леса и пр. Ни один контур не укроется от взора объектива современного аэрофотоаппарата-автомата. Если число таких контуров окажется слишком велико для лесного таксатора, то он может некоторые из них объединить в один; но важно то, что очертание контуров уже имеется на снимке: их не надо искать на местности и ходить промерами по визиркам для определения их положения. Кроме того, аэрофотоснимки, смонтированные в фотоплан, дают подробное представление о свойствах леса: о возрасте, густоте насаждения, породе деревьев и пр.

Если лесной таксатор перед выходом в лес будет иметь в своем распоряжении фотопланы лесного пространства, то он получит полную возможность выявить еще дома те контуры, которые имеются в натуре; оправившись в лес, он опознает каждый контур в натуре по окружающим признакам, не прибегая к длительной работе измерения по визиркам; в лесу ему предстоит только заняться таксационными работами внутри каждого опознанного им контура; но и в этом отношении фотоплан многое ему подскажет. Таким образом если предварительно произведена аэрофотосъемка леса и изготовлены фотопланы первого приближения (из контактных, нетрансформированных отпечатков), то производитель работ освобождается от всех съемочных работ и полностью может сосредоточить свои силы и затратить время только на лесную таксацию, до некоторой степени облегчаемую наличием фотоплана. Очевидно, подвиг специально лесных работ в этом случае будет значительно больше того, которого можно достигнуть при необходимости одновременно вести съемку лесного пространства и заниматься лесной таксацией.

VIII. ГЕОДЕЗИЯ В ДОБЫВАНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

41. Разведка. Добыванию полезных ископаемых предшествует изучение районов вероятного их залегания с геологической точки зрения; это изучение требует съемки данного района в сравнительно мелком масштабе; причем при съемке подробностей не столько обращается внимание на контуры и отдельные местные предметы, лежащие на поверхности земли, сколько стремятся к нанесению на план всякого рода признаков устройства земной коры, а именно: выходящих на дневную поверхность земных слоев; осыпей, оползней; особенностей рельефа местности, указывающих на процесс образования форм рельефа (топология); долин рек; староречий и пр. На основании добытых данных составляется геологическая карта. На основе геологической карты производятся разведки районов вероятного залегания полезных ископаемых, доступных для рентабельных разработок. Научные основы, на которых построены такого рода разведки, дают возможность определить практически места залегания, количество полезных ископаемых и прочие условия, которые позволяют решить вопрос об открытии работ по добыванию полезных ископаемых.

Район добывания должен быть снят на план в крупном масштабе от 1 : 10 000 до 1 : 2000.

42. Геодезическая основа. Геодезической основой съемки служит в таких работах тригонометрическая сеть низших разрядов, со сторонами треугольников от $\frac{1}{2}$ до 2 км, т. е. сеть IV и V разрядов. Эта сеть строится на основе тригонометрической сети II и III разрядов, если таковая имеется в данной местности, непосредственно, с обозначением их вершин прочными вехами (полубревнами) с отметкой на каждой вехе точки визирования. Примером такой тригонометрической сети может служить сеть, проложенная в Подмосковном угольном районе, на границе б. Рязанской и Тульской губ. Для вычисления координат тригонометрических пунктов сети измеряются основной и поверочные базисы; измеряются углы треугольников десятисекундным универсальным инструментом. Для получения отметок точек сети тригонометрических пунктов производится между точками сети прецизионное нивелирование и закладываются реперы. Таким образом весь район покрывается точками, определенными по трем координатам: x , y , H ; при этом ось x -ов направлена по меридиану, ось y -ов — по параллели. Снимая соседние рай-

оны разработок, необходимо стремиться к выбору единой для них системы координат. Кроме только что указанной прямоугольной системы координат, применялись в некоторых районах несколько иные направления осей прямоугольных координат. Так, например, проф. В. И. Бауман ввел для всего Донецкого бассейна такую систему, в которой ось y -ов направлена параллельно господствующему простиранию пород Донецкого бассейна; ось x -ов перпендикулярна к ней и составляет угол в $11^{\circ} 15'$ (к востоку) с меридианом 9° восточной долготы от Пулкова; удобство этой системы осей определяется особенностями черчения планов разработок в Донецком бассейне.

Составляя тригонометрическую сеть в районе предстоящих разработок полезных ископаемых, необходимо стремиться к тому, чтобы была обеспечена возможно простая и точная связь пунктов сети с подземною, так называемую маршей дерской съемкою.

43. Съемки: наземная и подземная. На основе составленной сети производится точная наземная угломерная или мензурная инструментальная съемка, причем рельеф местности должен быть снят со всеми подробностями; об этих съемках уже упоминалось выше.

На основе наземной съемки ведется подземная съемка рудника; ее основой служат полигоны, пройденные теодолитом, от этих полигонов производится съемка подробностей внутри рудника. Особые условия, в которых производится подземная съемка, заключаются в следующем: отсутствие освещения, теснота, сырость, малая прозрачность воздуха. Вследствие этого для подземной съемки применяются повторительные теодолиты с закрытыми горизонтальными и вертикальными лимбами; труба теодолита должна допускать точное визирование даже на самые короткие расстояния (2—3 м) и снабжена приспособлением для освещения нитей; точность отсчитывания по верньерам не ниже $30''$; труба теодолита должна быть внецентричная ввиду необходимости визировать под крутыми углами вверх и вниз по ходу полигона; уровень, накладываемый на горизонтальную ось вращения трубы, должен быть достаточной чувствительности, установка его должна быть тщательно выверена; в некоторых теодолитах имеются приспособления для освещения верньеров горизонтального и вертикального кругов; при теодолите должен быть отвес или другие приспособления для точной установки вертикальной оси теодолита под вершиною угла полигона. На основании перечисленных выше условий, приходится выбирать линии

(стороны) полигонов подземной съёмки весьма ограниченными по длине: 25, 20 м, иногда даже менее этого; это обстоятельство требует тщательной установки теодолита на каждой вершине угла полигона; точности обозначения точек визирования при измерениях углов; таких приемов измерений углов, которые повышали бы точность результатов измерений углов. Теоретическими выкладками можно показать, что теодолит и сигналы должны центрироваться с точностью не менее 1 мм. Точки поворотов полигона отмечаются на потолке рудника и обозначаются (сигнализируются) нитью с отвесом, которая всегда проектируется на прозрачную бумагу, наклеенную на раму и освещаемую сзади лампой. Для повышения точности центрирования инструмента применяются самоцентрирующие приборы; эти приборы доводят точность центрировки до 0,1 мм. Измерение длин линий полигона производится, обычно, по земле 20-метровыми стальными лентами или маркшейдерскими лентами в 50—100 м, на весу, при постоянном натяжении; если требуется более высокая точность измерения, то она производится жезлами по натянутому шнуру (способ Струве); короткие линии измеряются стальной рулеткой с миллиметровыми делениями. Положения поворотных точек полигона вычисляются в координатах.

Основную задачу подземной съёмки составляет достижение правильной ориентировки подземной съёмки.

44. Ориентировка подземной съёмки. Ориентирование подземной съёмки заключается в связывании точек наземной триангуляции с первой (начальной) точкой подземного полигона для определения координат этой точки и азимута первой линии подземного полигона. Если рудник сообщается с земной поверхностью наклонной шахтой, то для связи ближайшего пункта тригонометрической сети с первой точкой подземного полигона проходят полигонный ход, измеряя углы и линии. Если рудник сообщается с поверхностью земли вертикальной шахтой, то задача решается при помощи опускания с земной поверхности на дно рудника двух отвесов; сначала примыкают (связывают) линию, соединяющую точки привеса отвесов, к точкам наземной триангуляции, а затем проектируют точки привеса отвесов на горизонт рудника.

Для решения той и другой задачи в практике горного дела разработаны особые способы и устроены специальные приборы. Наиболее трудной задачей является проектирование, вследствие того, что отвес колеблется под влиянием тока воздуха в шахте.

Задача ориентирования подземной съемки может также решаться магнитной ориентировкой, т. е. при помощи приборов с магнитной стрелкой. Обычно таким прибором является буссоль, посаженная на горизонтальную ось вращения трубы теодолита.

45. Нивелировка. Нивелировка применяется при наземной съемке для определения отметок, необходимых для выражения рельефа местности горизонталями. Затем к задаче нивелирования относится измерение отвесной глубины шахт. В самом руднике, под землей, также ведется геометрическое нивелирование; предельная погрешность в отметках не должна превышать 1 : 20 000 длины всего нивелирного хода. В наклонных шахтах нивелирование производится теодолитом с вертикальным лимбом: по измеренному углу наклона и расстоянию до рейки определяется превышение точек, а затем и их отметки. В результате получается возможность изобразить рельеф пластов подземными горизонталями.

46. Маркшейдерские планы. Комплект планов, изображающих во всех отношениях данное месторождение и рудник, состоит из:

- 1) сборного плана подземных работ в масштабе 1 : 2000;
- 2) специальных планов отдельных частей рудника в масштабе 1 : 1000;
- 3) вертикальных разрезов в масштабе 1 : 1000—1 : 2000;
- 4) разрезов горных пород по шахтам, буровым скважинам и пр. в масштабе 1 : 200;
- 5) планов земной поверхности — в различных масштабах, в зависимости от величины снятого участка.

Маркшейдерские планы необходимы: для правильного проектирования горных работ; для правильного и экономического ведения разработок; для безопасного ведения работ, особенно в случае подхода к выработанным ранее и затопленным водами рудникам; для правильной постановки геолого-разведочных работ; для охраны недр от хищнической и неправильной эксплуатации. Кроме всего этого маркшейдерские планы сохраняют произведенный опыт разработки рудника, как руководство на будущее время.

IX. ГЕОДЕЗИЯ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

47. Топографический план. Благоустройство городов и ведение городского хозяйства требует такого топографического плана всего земельного участка, занятого строениями города и распространяющегося вне их в пределах определенных границ,

который позволил бы: 1) нанести на этот план всякого рода существующие городские сооружения: наземные, подземные, надземные; 2) проектировать, в общих чертах, всякого рода сооружения и мероприятия, вызываемые нуждами городского благоустройства.

Из этого ясно, что городской план должен быть: а) достаточно точен во всех своих частях; б) достаточно подробен; в) с рельефом, выраженным горизонталями при небольшой высоте сечений по вертикали, что обеспечивает подробность его изображения; г) составлен в крупном масштабе, чтобы в нем выразились все мелкие детали; опыт показывает, что городские хозяйства нуждаются в планах масштаба: 1 : 5000, 1 : 2000 и даже 1 : 500; д) подробности природы должны быть выражены на плане без пропусков и не условными знаками, а в масштабе плана, так как многие подробности, опускаемые съемщиками при съемочных работах вне городов, как не имеющие значения, в городе требуют к себе должного внимания, как необходимые. Конечно, кроме этих специальных требований, к топографическому плану города предъявляются все те общие требования, как и ко всякому топографическому плану.

48. Геодезическая основа. Если даже на местности, где расположен город, имеется тригонометрическая сеть II и III разрядов, если даже в городе имеются пункты, входящие в ее состав, то этих точек сети недостаточно для прочного обоснования съемки города; этих точек недостаточно и для развития в городе полигонометрической сети, которая могла бы восполнить недостаток пунктов тригонометрической сети. Для выполнения этого недочета на территории города и окружающих его городских земель, на основе пунктов сети II и III разрядов прокладывается тригонометрическая сеть низших разрядов: IV и V, со сторонами треугольников от $\frac{1}{2}$ до 2 км. Пунктами этой сети избираются местные предметы: колокольни, вышки на высоких зданиях и пр.; если естественных пунктов недостаточно, то в черте города строятся специальные вышки-сигналы на высоких зданиях, а вне черты города, на городских землях — пирамиды и сигналы. Между пунктами тригонометрической сети по особому проекту прокладывается полигонометрическая сеть. Сочетание всех точек городской тригонометрической и полигонометрической сети составляет геодезическую основу для съемки всех подробностей внутреннего пространства города: улиц, переулков, домов, дворов, бульваров, площадей, всякого рода сооружений и пр. Очертание города представляет ту особенность, что

улицами и переулками город разбивается на кварталы; наружным очертанием каждого квартала служат стены домов с их выступами, заборы, полисадники и пр., внутри такого очертания заключаются все подробности, подлежащие съемке и нанесению на план; очертание каждого квартала определяется достаточным количеством точек по границам каждого из них.

Для определения очертаний каждого квартала между точками геодезической основы прокладываются магистральные ходы вдоль каждой улицы, по обеим ее сторонам; каждый ход начинается и кончается у точки геодезической основы; от магистрали соответствующими измерениями определяется очертание каждого квартала. Таким образом очертания кварталов являются как бы развитием геодезической основы и представляют собою рамки, в которые укладываются на плане все подробности, находящиеся в натуре во внутреннем пространстве каждого квартала. Полигонометрическая сеть, прокладываемая между пунктами тригонометрической сети, увязывается по существующим на это правилам. Магистральные ходы образуют сомкнутые многоугольники и в пересечении между собою образуют узловые точки, способствующие увязке магистральных ходов. Каждая точка тригонометрической и полигонометрической сети определяется не только координатами (x и y) в плане, но и по высоте отметкою H .

Для обоснования съемки рельефа производится продольное нивелирование вдоль улиц — по магистралям и поперечное — в стороны от магистралей, во внутреннее пространство кварталов; нивелирные ходы составляют сомкнутые многоугольники и также увязываются по отметкам. Если на бумагу нанести все точки тригонометрической и полигонометрической сети, все увязанные магистральные ходы и очертания всех кварталов, то получится как бы остов плана города; если при всех точках тригонометрической и полигонометрической сети надписать их отметки от некоторого общего уровня, нанести все нивелировочные ходы, увязанные по отметкам и надписать отметки, то получится основа для нанесения горизонталей, изображающих рельеф местности во всех его подробностях. Съемка подробностей внутри кварталов и нанесение горизонталей составляют предметы собственно городской съемки.

49. Съемка подробностей и рельефа. Подробности в каждом квартале снимаются при помощи ответвлений от магистралей в сторону каждой усадьбы и во внутрь ее. В зависимости от

размеров усадьбы: или определяют положение каждого предмета, лежащего внутри усадьбы, промерами от очертаний квартала, применяя для этого рулетку и эккер, если усадьба незначительных размеров; или, если усадьба обширная, прокладывают теодолитный ход во внутрь усадьбы и с точек, расположенных на нем, определяют очертания местных предметов полярным способом, дополняя его промерами, как и в усадьбах незначительных размеров. Все очертания зарисовываются в абрис, который чертится в произвольном, но более крупном масштабе. В абрисе при линиях, соответствующих очертаниям местных предметов, подписываются результаты измерений их в натуральной мере (в метрах). При съемочных работах производимых внутри каждой усадьбы, обязательно измерение поперечных линий и диагоналей.

В целях нанесения рельефа местности, от магистралей, идущих вдоль улиц, прокладывают во внутреннее пространство каждой усадьбы оси поперечного нивелирования; причем если усадьба обширная, то от этой оси нивелирования определяются в стороны отметки перегибов скатов местности и основных точек рельефа. В абрис зачерчиваются: пунктирными линиями — основные линии рельефа, бергштрихами означаются направления скатов, прерывчатыми горизонталями выражается характер скатов. Резко выделяющиеся формы рельефа, как-то: овраги, промоины, осыпи, долины речек и пр. снимаются по своим очертаниям — промерами, а для выражения скатов горизонталями — их нивелируют особо: или нивелиром, или ватерпасом — при крутых обрывистых скатах; конечно, эти отдельные нивелировки должны быть связаны инструментально с нивелировкой, производимой вдоль магистралей, проложенных по улицам.

При съемке городских земель, прилегающих к городу, может быть применена точная угломерная или мензульная инструментальная съемка, на общей геодезической основе, проложенной для съемки всего земельного участка, отведенного городу. Съемка городских земель вне черты города ведется на общих основаниях, но с соблюдением особенностей, выполнение которых необходимо при городских съемках. Это требование является обязательным по той причине, что на землю, прилегающую к постройкам, следует смотреть, как на территорию, которая в будущем будет разбита на кварталы и застроена так же, как уже застроен участок, находящийся под городскими постройками; поэтому, гораздо проще и дешевле составить план земель,

лежащих вне черты городских построек, со всею точностью, т. е. так, как он составляется для участка уже застроенного, и на таком плане проектировать будущий рост города, перенося (трассируя) этот проект на местность по мере надобности, дабы указывать расположение застройки расширяющегося города. Отвод земель под застройку расширяющегося города без их топографо-геодезического обследования (точной и подробной съемки) недопустим, потому что самая застройка без такого обследования не получит правильного и прочного обоснования.

Попутно со съемкой и нивелировкой ведется *инвентарная ведомость*, в графах которой отмечаются необходимые данные, а именно: постройки — каменные и деревянные; число этажей, нежилые строения, колодцы, водопровод, сады и прочие сведения, которые предусмотрены инструкцией по съемке городов и населенных пунктов. План, составленный в результате съемки и нивелировки, вместе с инвентарною ведомостью служат основанием для развития благоустройства данного города.

50. План города и городских земель. По окончании работ по созданию геодезической основы: полевых, вычислительных и по уравниванию результатов составляется *каталог пунктов геодезической основы* с указанием в нем для каждого пункта трех координат: x , y , H ; в том же каталоге помещаются описания пунктов геодезической основы с приложением, если надо, кроки местности вокруг сигнала (знака) и внешний вид признаков, обозначающих пункты основы: вышка на здании, пирамида, сигнал, колокольня и пр.

План города и городских земель может быть: *сборный* (общий) в масштабе 1 : 2000 — 1 : 5000 (в очень крупных городах масштаб сборного плана может быть взят 1 : 10 000 и мельче) и *подробный* — на нескольких листах, в масштабе от 1 : 2000 до 1 : 500 и даже до 1 : 200.

Геодезическая основа накладывается по координатам на заготовленный для сборного плана лист ватманской бумаги, сращенной с холстом или наклеенной на холст. На таком листе, при помощи координатографа (рис. 3), разбиваются квадраты, стороны которых параллельны осям x и y ; в эти квадраты наносятся точки и линии геодезической основы. Затем лист разграфливается на листы подробного плана в зависимости от размеров бумаги листов подробного плана и соответственно их масштабу.

На основании этой разбивки заготавливаются листы подробного плана, причем на каждый такой лист наносятся тем же

приемом приходящиеся на данный лист точки и линии геодезической основы.

Очертания кварталов наносятся на листы подробного плана по магистральным сомкнутым ходам, которые наносятся на эти листы по вычисленным и увязанным координатам поворотных точек магистральных ходов. По получении очертаний кварталов в каждый из них вносят подробности по данным измерений и, руководствуясь чертежом их, по абрису. Порядок нанесения подробностей внутри каждой усадьбы тот же, в котором производились измерения в этой усадьбе на местности. Поверочные линии и диагонали, измеренные в натуре, дают возможность убедиться в правильности нанесения подробностей каждой усадьбы; если замечается невязка, и притом допускаемая инструкцией, то ее увязывают раскладкой в пределах данной усадьбы; к нанесению подробностей следующей усадьбы переходят только по окончании увязки в предыдущей усадьбе.

Таким путем все кварталы, нанесенные на листы подробного плана, будут заполнены усадьбами и прочими подробностями. В каждом квартале, в целом, также может получиться некоторая невязка; если величина ее допустима по инструкции, то ее увязывают в пределах данного квартала.

Обнаруженные грубые ошибки требуют проверки измерений в натуре и даже переделки всей работы по съемке подробностей внутри того или иного квартала. Для избежания грубых ошибок при съемке подробностей необходимо соответственным образом подготовить кадры съемщиков, т. е. добиться, чтобы, помимо тщательности измерений, они усвоили бы себе требования инструкции и лучшие приемы как измерений, так и контроля в процессе самих измерений. Большую помощь в деле избежания грубых ошибок оказывает правильно организованное инспектирование работ в течение их исполнения с обязательным указанием недостатков в работе каждого съемщика и с проверкой, насколько данный съемщик понял свои промахи и воспринял указания инспектирующего.

План городских земель составляется обычно накладкою данных, добытых в поле, если съемка производилась угломерная, или заключается в отделке мензульных планшето-в, если съемка производилась мензульная.

Листы подробного плана города и городских земель вычерчиваются тушью, так что получается план, наполненный контурами в их натуральном виде. С оригинальных листов подробного плана заготавливаются копии. Некоторые экземпляры

копий листов подробного плана могут быть отделаны, для наглядности, красками или условными знаками в туши; остальные экземпляры остаются контурные, т. е. в туши, и служат материалом при проектировании различного рода мероприятий и сооружений по улучшению благоустройства города и при его дальнейшем развитии (росте). На подробный план могут переноситься в виде надписей некоторые данные, взятые из инвентарной ведомости. Кварталы и все подробности переносятся с листов подробного плана на лист, заготовленный для сборного плана в уменьшенном виде или помощью пантографа (рис. 23), или перечерчиванием в данном уменьшении при помощи пропорционального циркуля.

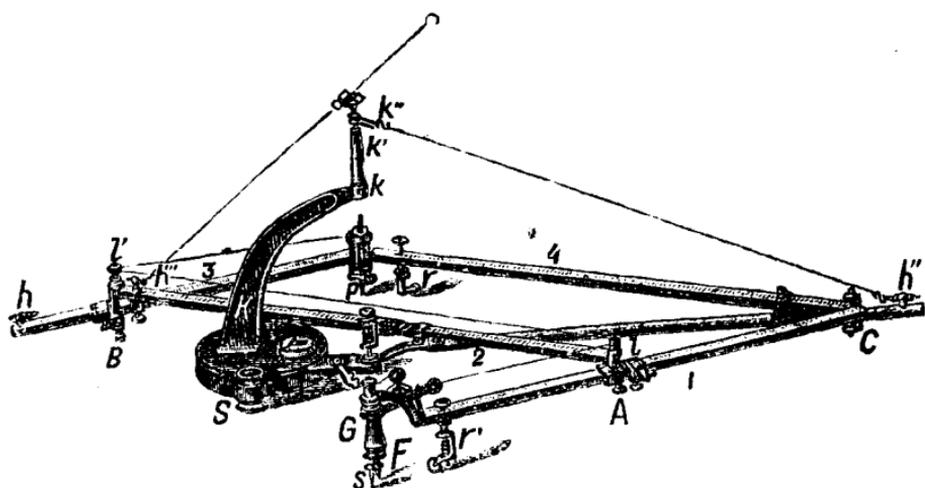


Рис. 23.

При возможности (наличие соответствующей аппаратуры) сборный план в масштабе, уменьшенном против масштаба подробного плана, может быть изготовлен помощью фотографии, что несколько не влияет на точность плана; так как современные приборы и аппараты для таких работ дают весьма точные результаты.

Сборный и подробный планы покрываются необходимыми надписями; листы подробного плана так увязываются по их рамкам, чтобы, будучи положены рядом, они представляли как бы один план города и городских земель, только разрезанный на отдельные листы.

51. Перепланировка города. По сборному и подробному планам решаются всякого рода задачи городского хозяйства; эти

же планы служат основой для составления и проведения в жизнь перепланировки города. Проект нового расположения улиц, их спрямления, уширения, создания новых площадей, садов, бульваров, скверов и прочее наносится на план существующего города линиями какого-нибудь другого цвета (красного, синего, зеленого). Все линии проекта должны быть тщательно и тонко прочерчены; по плану должны быть измерены и надписаны на плане в соответствующих местах расстояния проектных линий от линий и точек геодезической основы, имеющейся на плане; измерений на плане должно быть произведено столько, сколько требуется для перенесения проекта с плана на местность, т. е. для трассировки проекта, когда в этом встретится надобность в целях осуществления очередной части проекта. Конечно, при этом не исключается возможность того, что для осуществления проекта придется произвести на местности некоторые дополнительные геодезические действия. В городах СССР зачастую не имелось планов до настоящего времени; всякого рода соображения, которые требовали вмешательства геодезии, проектировались приблизительно, или весьма несовершенными приемами, при участии городского землемера. В результате развитие городов не всегда совпадало с повышением их благоустройства. В настоящее время все это осознано и города принимают меры к тому, чтобы для каждого из них, съемкою с натуры, был составлен подробный топографический план.

Х. ГЕОДЕЗИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНЫХ СООРУЖЕНИЙ И В ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

52. Объем геодезических изысканий. При крупных сооружениях, как например: орошение обширных засушливых пространств; осушение обширных болот; изыскания для добывания торфа; обследование песчаных площадей; сооружение плотин на больших реках для использования напора воды как движущей силы для электрических станций; устройство запруд со шлюзами на больших реках для изменения направления их течения; сооружение каналов между реками одного или разных речных бассейнов и пр. — требуется производство геодезических изысканий, во-первых, на той площади, которая необходима для самого сооружения и, во-вторых, тех площадей, на которые хотя и не будет простирается то или иное сооружение, но которые связаны с ним так, что окажутся, или могут оказаться, под влиянием этого сооружения.

Поэтому, устраивая орошение засушливого пространства, необходимо подвергнуть его геодезическому обследованию, но также необходимо исследовать местность у источника воды и самый источник, а равно и полосы местности, по которым вода будет поступать из ее источника в орошаемое ею пространство. При осушении обширного болота важно исследовать самое болото, но также необходимо подвергнуть исследованию те районы, куда вода будет отводиться, и те пути (полосы местности), по которым вода потечет из болота в район, отведенный для ее стока. Если дело идет об изысканиях для торфяных выработок, то, кроме геодезического обследования самого торфяного болота, необходимо произвести изыскание относительно тех вредных влияний, которые могут возникнуть от скопления воды в местах произведенных выработок; например, может произойти наводнение еще не выработанных частей торфяного болота, которое затруднит его дальнейшую разработку и т. п. Обследование песчаных площадей, особенно сыпучих песков, требует изысканий в этих площадях и в окружающих районах, дабы определить вероятность и возможность движения песков в плодородные районы.

При постройке плотины на большой реке, с той или иной целью, конечно обязательно обследование самой реки и прилегающей к ней полосы местности, но не менее необходимо и обследование бассейна реки с целью определения возможности вредного влияния скопления воды у плотины на отдаленные сравнительно районы, куда вода может проникнуть в силу закона равновесия, благодаря особенностям рельефа местности, свойствам почвы и подпочвы, а также вследствие структуры земной коры на данном пространстве.

Из приведенных примеров ясно, что, вообще, нельзя ограничиться одними геодезическими изысканиями; необходимо попутно с ними вести исследования почвы и подпочвы, а также геологические изыскания, связав их с геофизическими и, может быть, даже с сейсмологическими данными об исследуемой части земной поверхности. Только при таком объеме изысканий, геодезических и прочих, может быть создан достаточно обоснованный проект сооружения.

Практика показывает, что даже после тщательно продуманных и достаточно обширных изысканий при осуществлении составленного проекта возникают иногда некоторые сомнения, опасения и даже неблагоприятные случайности; поэтому одними предварительными изысканиями

я и ограничиваться не следует; необходимо: а) еще до изысканий собрать и изучить все материалы, которые были добыты прежде относительно исследуемого района; это позволит наиболее правильно поставить задачи предварительного изыскания и б) по мере осуществления созданного проекта изучать все возможные последствия, наблюдая их в натуре, и, по мере получения новых данных, организовать дополнительные изыскания, в результате которых могут явиться некоторые поправки в разработанный и осуществляемый проект данного сооружения.

Если пренебречь этим положением, то может оказаться, что дорогостоящее сооружение не будет соответствовать своему назначению и даже причинит вред, который, обнаружившись неожиданно, может оказаться непоправимым.

53. Съёмка и нивелировка. Геодезическое обследование данной площади заключается в составлении ее точного топографического плана в крупном масштабе (1 : 1000, 1 : 500 и крупнее) с изображением на нем всех складок рельефа местности: горизонталями — в плане, профилями — в разрезе по тем или иным направлениям.

Съёмка в плане производится: или точная угломерная, или мензульная инструментальная.

Геодезической основой съёмки должна служить местная тригонометрическая сеть низших разрядов или полигонометрическая сеть, прокладываемая между пунктами тригонометрической сети II и III разрядов, если таковые пункты имеются; если же их нет, то тригонометрическая сеть низших разрядов и полигонометрическая сеть прокладываются самостоятельно.

Если местность вдоль и поперек исследуемой площади доступная для измерений, то геодезической основой могут служить сомкнутые полигоны, которыми покрывается вся исследуемая площадь.

Как сеть, так и полигоны соответственным образом увязываются; в результате обработки измерений получаются координаты точек геодезической основы.

Съёмка подробностей ведется по общим правилам, причем особое внимание обращается на съёмку всех тех подробностей местности и местных предметов, которые получают значение в данном обследовании.

При изысканиях с целью составления проекта крупного сооружения встречается надобность получить возможно более правильное представление о виде поверхности данного участка местности в натуре, а равно и наиболее точное ее изображение

на бумаге. С этой целью производится нивелирование поверхности данного участка.

54. Нивелирование поверхности. 1. Если участок имеет незначительные уклоны, то всю нивелируемую поверхность заключают по частям в правильные фигуры: квадраты, параллелограммы, трапеции, стороны которых на местности прокладывают так, чтобы они возможно ближе прилегали к границам нивелируемой поверхности. В каждой правильной фигуре, включающей некоторую часть нивелируемой поверхности, производят разбивку ее площади на квадраты, параллелограммы, трапеции, производя эту разбивку от средней точки, образуемой пересечением двух диагоналей. Все линии, необходимые при такой разбивке, провешиваются достаточным числом вех; углы между ними разбиваются инструментально — теодолимом или эккером; отрезки линий промериваются стальной лентой. В результате разбивки крупные фигуры разбиваются на более мелкие: квадраты, параллелограммы, трапеции; вершины этих мелких фигур отмечаются на земле колышками. В абрисе на бумаге, таким образом, получится сеть квадратов, параллелограммов, трапеций. Все эти мелкие фигуры нумеруются: приграничные фигуры — общему нумерации, внутренние — через один вертикальный (или горизонтальный) ряд. После этого на местности становятся с нивелиром в центре каждой занумерованной фигуры, начиная с первого номера; в вершинах каждой занумерованной фигуры ставят, последовательно, рейку и делают по ней отсчет в трубу нивелира (взгляд). Записи вносятся в абрис (чертеж) у соответствующей вершины фигуры. Сначала таким образом нивелируют все фигуры ближайšie в границам нивелируемой поверхности. После этого таким же порядком нивелируют из центров все прочие мелкие, занумерованные фигуры — по вертикальным (или горизонтальным) рядам.

Для контроля нивелировки каждой мелкой фигуры руководствуются правилом: на стороне каждой фигуры — суммы накрест лежащих отсчетов (взглядов) равны между собою.

По окончании нивелировки в поле заготовляют на бумаге в заданном крупном масштабе сеть фигур, разбитых в поле. Первой (начальной) точке нивелирования (где ставилась первая рейка) дают произвольную отметку, если она не была привязана на местности к ближайшему реперу, или ту отметку, которая получилась по привязке, и затем вычисляют отметки точек, лежащих у крайних сторон крупной фигуры, охватывающей всю нивелируемую поверхность. Увязав это внешнее

кольцо по отметкам, вычисляют отметку начальной точки для следующего внутреннего кольца, составленного из сторон мелких фигур, и увязывают это кольцо по отметкам. От вычисленных и увязанных отметок угловых точек мелких фигур, ближайших к границам нивелируемой поверхности, вычисляют отметки угловых точек по вертикальным или горизонтальным рядам, увязывая их между отметками кольцевого пояса. По отметкам, написанным у угловых точек мелких фигур, проводят кривые, соединяющие точки с равными отметками (горизонтали).

Таким образом рельеф нивелируемой поверхности выразится в горизонталях, проведенных через заданную высоту сечения.

II. Если поверхность, подлежащая нивелированию, пересеченная, с резкими изменениями рельефа, образующего хребты, лощины, котловины и прочие резко выраженные формы, то разбивка на правильные фигуры неудобна; в таком случае нивелирование выгоднее производить вдоль хребтовых линий (водоразделов), вдоль тальвегов лощин и т. п.; эти нивелировочные ходы связываются между собою, образуя сомкнутые полигонные ходы. В этих полигонах измеряются теодолитом углы поворотов и длины линий стальной лентой, причем на скатах круче 3° вводится поправка за наклон линии к горизонту. Оси нивелировки должны проходить по высшим точкам местности; у подножия скатов, т. е. через низшие точки, прокладывается сомкнутый полигонный ход. Между сторонами сомкнутых полигонов прокладываются промежуточные нивелирные ходы — по отлогим тальвегам или по дну ущелий.

Одновременно с продольною нивелировкой по каждой оси ведут поперечную нивелировку. Продольные ходы намечают таким образом и в таком числе, чтобы ими захватить все резко выраженные формы рельефа местности и чтобы поперечною нивелировкой с них в достаточной мере и всюду равномерно произвести нивелирование всей поверхности. Вычисление отметок начинается с наиболее низкой точки; ее отметку или берут произвольно, или по привязке к ближайшему реперу. Вычисление отметок ведут по сомкнутым ходам, увязывая их отметки. Несомкнутые ходы увязываются по уже увязанным сомкнутым. Если местность допускает, т. е. если внутри всей поверхности нет резких перегибов, то при таком способе нивелирования поверхности можно сначала вычислить и увязать отметки по окружному ходу, а затем вычислять и увязывать отметки промежуточных ходов.

По окончании полевых работ и увязки ходов полигоны накладываются на бумагу, затем на нее наносят реечные точки

и при них подписывают отметки, по которым и проверяются горизонтالي, проведенные через заданную высоту сечения.

55. Составление профилей. Когда составлен нивелирный план с местными предметами и подробным рельефом, выраженным в горизонталях, вычерчиваются продольные и поперечные профили по определенным направлениям. Сочетанием плана и профилей решаются различные вопросы при составлении проекта, а именно: направление оросительных каналов, месторасположение бассейнов запасной воды; расположение системы осушительных каналов; очередность торфяных разработок; расположение плотин; направление каналов и прочие вопросы, вытекающие из существа задания каждого проекта и применения его к данным местным условиям. Точно составленные в крупном масштабе план и профили позволяют вычислить объемы насыпей и выемок, т. е. объем наиболее важных и дорогих работ. План и профиль позволяют изобразить на них проектные линии, которые получаются после осуществления работ.

Для быстроты работы профили вычерчиваются на клетчатке (профильная бумага). Черчение профилей на клетчатке не требует восстановления перпендикуляров, потому что продольные и поперечные линии, образующие клетки, проведены под прямыми углами. Отметки откладываются на клетчатке без циркуля, а только счетом крупных и мелких клеточек, потому что сторона каждой клеточки обозначает в данном масштабе определенное число метров или их частей, в горизонтальном и вертикальном направлениях. Внизу каждого продольного профиля вычерчивается план узкой полосы местности, по которой прокладывалась на местности ось нивелирования.

После вычерчивания на профили подписываются необходимые цифровые данные: длины сторон пронивелированных полигонов; углы поворотов полигона; отметки точек земной поверхности, уклоны, номера пикетов; число целых километров. Для наглядности масштаб вертикальных расстояний принимается в несколько раз больший, чем для горизонтальных расстояний; вертикальный масштаб берут тем крупнее, чем умереннее рельеф, т. е. чем больше преобладают в нем пологие скаты. На профилях вычерчиваются насыпи и выемки и также подписываются их высоты и глубины.

Поперечные профили вычерчиваются на той же бумаге, что и продольные; основанием для этих профилей служат отметки точек оси продольного профиля, от которых производилось поперечное нивелирование; на поперечных профилях также

показываются проектные линии и делаются соответствующие надписи, как и на продольных профилях.

Обычно, на профилях подписываются черными цифрами отметки точек земной поверхности, и красными цифрами — отметки точек проектных линий.

Приведение местности, помощью земляных работ, к поверхности, определяемой проектными линиями, называется планированием местности.

56. Дополнительные изыскания. Ограничиваться изучением только внешнего вида земной поверхности того участка, который будет занят сооружением, или в каком-нибудь отношении будет связан с проектируемым сооружением, как было выяснено, совершенно невозможно. Необходимы исследования: геологические, производимые в соответствии с залеганием геологических формаций в каждом данном случае и почвенные.

Почвенные исследования или так называемые зондировки почвы производятся несколькими способами; отметим главные из них: рытье колодцев (шурфование) определенной формы и глубины и бурение — пробивание узкого вертикального цилиндрического канала инструментом, имеющим вид винта (бур). Глубина шурфования и бурения зависит от характера сооружения, свойств почвы и подпочвы, от глубины почвенных вод, от расположения твердых (каменистых) слоев, от расположения водонепроницаемых слоев и пр. При геологических и почвенных исследованиях составляются соответствующие чертежи с надписями на них; основой для этих исследований служат: съемка и нивелирование земной поверхности со всеми данными, добытыми с натуры геодезическими изысканиями.

В крупнейших сооружениях, каковыми являются: «Днепрострой», «Волховстрой», «Кузбас», «Волга-Дон», «Свирстрой» и др. геодезия нашла себе широкое применение в предварительных изысканиях и в процессе самого строительства. Недостаточное развитие топографических работ в СССР в значительной степени тормозило развитие других работ и в некоторых случаях приводило даже к временным затруднениям.

Применение метода аэрофотосъемки при этих сооружениях являлось редким исключением и только в сооружении «Турксиба» и отчасти «Днепростроя» сыграло весьма видную роль.

Надо думать, что при надлежащей организации топографо-геодезических производственных органов топографо-геодезические работы и аэрофотосъемка найдут себе более прочное применение в крупнейших сооружениях второго пятилетия.

XI. ТРАССИРОВКА

57. **Общие основания.** Трассировка заключается в перенесении на местность горизонтальной проекции очертаний какого-либо сооружения, запроектированного на бумаге, на плане или карте — в виде чертежа. В специальном транспортном

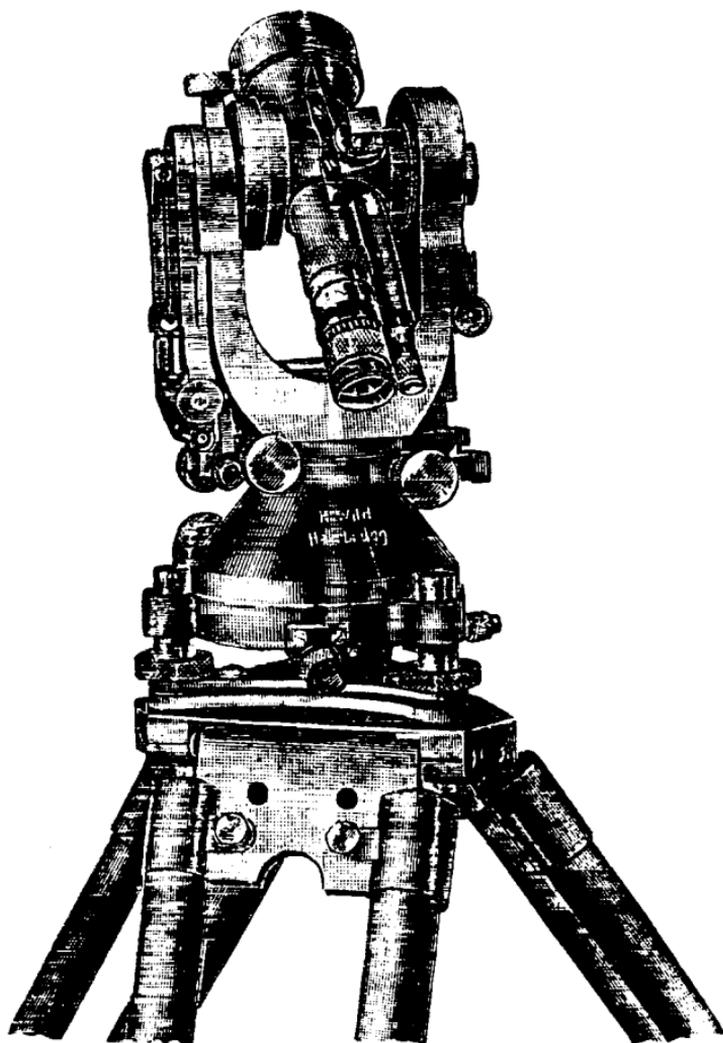


Рис. 24.

(путейском) деле под трассировкой понимаются выбор и обозначение на местности оси дороги — железной, шоссейной, грунтовой, с учетом характера местности, а также технических и экономических условий.

Понимаемая в широком смысле трассировка в геодезии и заключается в построении в натуральных размерах на местности фигуры, подобной начерченной на бумаге, плане или карте в уменьшенном виде, т. е. в масштабе.

При разбивке на местности (трассировка) применяются следующие приборы: теодолит (рис. 10, 24), эккер (рис. 25), буссоль (рис. 7), мерная лента (рис. 26), стальная рулетка (рис. 27). Прокладывание линий требует их вешения и измерений углов наклонов линий местности с тем, чтобы при известных наклонах увеличивать линии плана на величину поправки за наклон. Меры линий и их отрезков, а также величины углов между линиями берутся с чертежа и воспроизводятся на местности в тех же сочетаниях и взаимном положении, как на чертеже.

58. Практические указания. При трассировке самое главное — сообразить, в какой именно последовательности, очередности, надо переносить на местность углы и линии, чтобы естественные погрешности, неизбежно происходящие при прокладке линий и углов с чертежа на местность, не накапливались в одном направлении, а расходились бы равномерно от средней части прокладываемой на местность фигуры.

Для того чтобы убедиться в процессе работы, что трассировка на местности происходит без крупных ошибок, на плане намечают, прочерчивают и измеряют по масштабу поверочные линии и диагонали; на местности, по мере хода трассировки, измеряют эти линии в натуральной мере; расхождение с данными плана или укажет на неправильности, допущенные при трассировке, или приведет к заключению о существовании ошибок в самом чертеже или плане.

Если грубых ошибок не произойдет и получится на местности невязка, допускаемая по своей величине как следствие неизбежных погрешностей, то ее уничтожают раскладкой между перенесенными на местность линиями, пропорционально их длинам; при этом некоторые точки, отмеченные уже на местности, придется несколько передвинуть. Если приходится трассировать сложный проект, занимающий на местности значительную площадь, то лучше поступить так: разбить чертеж на квадраты со сторонами, соответствующими

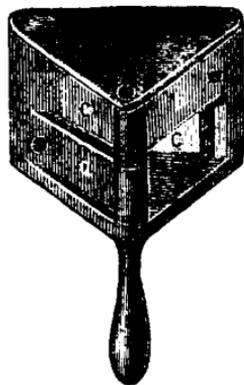


Рис. 25.

определенному размеру в земельной мере (в метрах); на местности построить такие же квадраты в натуральную величину. По этим квадратам построить на местности точки, переносимые с плана, по тем координатам, которые можно измерить

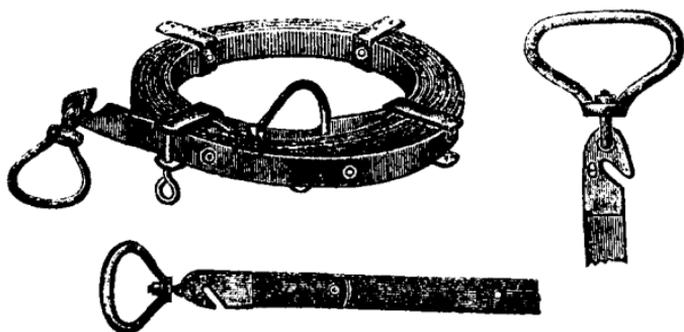


Рис. 26.

по плану от проведенных на нем осей, или по их расстояниям от местных предметов (привязка); промеры на плане и на местности поперечных линий и диагоналей в этом случае также обязательны.

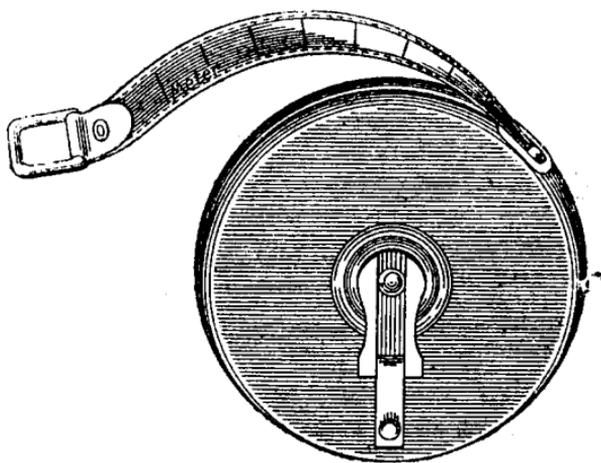


Рис. 27.

По окончании трассировки, для окончательной проверки, промеряют теодолитом некоторые углы между линиями, перенесенными на местность, и сравнивают результаты таких измерений с данными плана. Весьма важно, чтобы положение всех линий, перенесенных с чертежа на местность, относи-

тельно стран света (ориентировка) было на местности такое же, как и на плане; чтобы убедиться в этом, определяют на местности истинный азимут каких-нибудь линий и сравнивают его с азимутами тех же линий на чертеже.

ХП. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОДЕЗИИ В СОЦИАЛИСТИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

59. Соосредоточение геодезического дела. Основные геодезические работы, а именно: создание геодезической основы, высокоточное (прецизионное) нивелирование, гравиметрические работы, топографические съемки и картография — сосредоточены в руках соответственных государственных учреждений. Созданием геодезической основы в виде: тригонометрической сети I, II и III разрядов; полигонметрической сети, прокладываемой между пунктами тригонометрической сети II и III разрядов; сети нивелирных точек; астрономических пунктов — в настоящее время ведает Главное геолого-, гидролого-геодезическое управление НКТП (прежде Высшее геодезическое управление ВСНХ СССР), образованное и организованное на основании декрета СНК, опубликованного в газете «Известия ВЦИК» от 23 марта 1919 г. № 63 (615), и дальнейших изменений и дополнений этого декрета, предусматривающих некоторые подробности, но не нарушающих идею сосредоточения дела изучения территории СССР в геодезическом и топографическом отношении.

Учрежденное только для обслуживания РСФСР Высшее геодезическое управление вскоре распространило, согласно распоряжению правительства, свою деятельность на всю территорию СССР.

Высшее геодезическое управление (ныне ГГГУ) создано в процессе революционного творчества; декрет об его учреждении может служить образцом в отношении постановки дела применения геодезии в социалистическом хозяйстве.

Приводим его полностью, потому что дальнейшие соображения и выводы настоящей главы наилучшим образом подтверждаются содержанием этого документа.

ДЕКРЕТ

ОБ УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

I. Для изучения территории РСФСР в топографическом отношении, в целях поднятия и развития производительных сил страны, экономии технических и денежных средств и

времени, при Научно-техническом отделе Высшего совета народного хозяйства учреждается Высшее геодезическое управление.

II. Для осуществления названной цели Высшее геодезическое управление: а) объединяет, согласует геодезическую деятельность всех комиссариатов и учреждений республики; б) производит и руководит в общегосударственном масштабе основные геодезические работы (тригонометрические, астрономические и по точному нивелированию; в) производит сплошные систематические топографические съемки на всем пространстве республики; г) объединяет и направляет всякого рода съемочные работы, устраняя параллелизм; собирает и систематизирует результаты астрономических, геодезических и топографических работ отдельных комиссариатов и учреждений в целях составления и издания карт общегосударственного значения в различных масштабах и для различных целей ведения народного хозяйства; д) разрабатывает и утверждает положения об организации работ и технические инструкции и правила, устанавливающие единство методов и приемов работ, вычислений, изготовления и издания карт и планов для различных ведомств; е) организует картографические работы и издает карты для отдельных ведомств, учреждений и лиц, используя существующие картографические учреждения и заведения; ж) изготавливает и снабжает геодезическими инструментами и оптическими приборами ведомства, учреждения и лиц, используя для сего существующие фабрики геодезических инструментов; з) организует научные работы в области геодезии, астрономии, оптики, картографии, инструментоведения и, вообще, съемочного дела и для подготовки молодых научных сил; и) собирает, систематизирует и хранит карты и другие материалы съемочных работ; к) входит для согласования геодезической деятельности в международном отношении в сношения с геодезическими организациями иностранных государств.

III. Высшее геодезическое управление состоит из коллегии специалистов-геодезистов в составе пяти лиц: председателя коллегии (управляющего), его заместителя и трех членов, утверждаемых ВСНХ по представлению НТО.

Кроме того, управления делами и отделов.

Примечание. Коллегии поручается выработать по соглашению с заинтересованными ведомствами проект положения о Высшем геодезическом управлении и внести его на утверждение Совета народных комиссаров.

IV. Район деятельности Высшего геодезического управления распространяется на все области РСФСР.

V. Средства на содержание Высшего геодезического управления отпускаются из государственного казначейства по смете Научно-технического отдела ВСНХ.

VI. Отдельные ведомства, занимающиеся всякого рода съемками и нивелированиями, сохраняя производство и самостоятельность своих специальных работ, руководствуются в своей деятельности общими директивами Высшего геодезического управления в техническом отношении, ведут свои работы по одобренным последним техническим инструкциям для этих работ, представляя своевременно, до утверждения своих смет, в ВГУ проекты и сметы предпринимаемых ими геодезических и топографических работ. Рассмотрение смет ВГУ не может приостанавливать начала и производства работ.

Председатель Совета народных комиссаров УЛЬЯНОВ (ЛЕНИН).

Председатель Высшего совета народного хозяйства РЫКОВ.

Управляющий делами Совета народных комиссаров В. Д. БОНЧ-БРУЕВИЧ.

Секретарь СНК Л. ФОТИЕВА.

Этот декрет поставил геодезическое, топографическое и картографическое дело на прочные основания, которых будет достаточно еще на многие годы, лишь бы основы этого документа осуществлялись соблюдением общего направления, в нем установленного.

В эпоху разработки декрета о ВГУ и организации этого учреждения, в центре и на местах (геодезические округа), аэрофотосъемка еще не имела применения в области хозяйства республики. Разработка вопроса о применении аэрофотосъемки в области народного хозяйства относится к 1923—1924 гг.; в это время назрела необходимость применения аэрофотосъемки сначала к лесоустройству, затем к съемке городов, к решению вопросов речного транспорта, к землеустройству, к хлопковому хозяйству, к освоению необжитых пространств и пр. Для руководства аэрофотосъемкой и ее исполнения был учрежден отдельный орган: Государственное техническое бюро «Аэрофотосъемка» (переименованное в Государственное управление аэрофотосъемки) и в настоящее время получившее наименование «Аэрогеодезия». Это не противоречит основной идее сосредоточения геодезического дела по следующим соображениям.

1) Сложный производственный процесс аэрофотосъемки состоит из частных процессов: летносъёмочного, геодезического, фотограмметрического и фотографического.

Все эти процессы, хотя и имеют конечную свою целью создание ф о т о п л а н а снимаемого района местности, удовлетворяющего всем требованиям, которым удовлетворяет т о п о г р а ф и ч е с к и й п л а н, но по существу своему они совершенно отличны и независимы от процессов топографо-геодезических работ; даже геодезический процесс, заключающийся в привязке фотоснимков к геодезической основе, имеет свой особый специальный характер; и только заключительный момент изготовления планшета-фотоплана, именно подробная вырисовка горизонталей по готовому планшету-фотоплану, на котором уже имеются выраженные фотографически резкие формы рельефа, схож с соответствующим ему процессом нанесения горизонталей при мензупольной инструментальной съемке.

2) Применение самолетов в аэрофотосъемке создает в этом производстве специальную отрасль, ничего общего не имеющую с топографо-геодезическо-картографической специальностью; летносъёмочный процесс требует совершенно иной подготовки кадров, иных аппаратов и приборов, иных свойств от обслуживающего его личного состава.

3) Фотограмметрический процесс, хотя и основан на общей теории, обычно излагаемой в геодезии, но практика фотограмметрии в приложении к аэрофотосъемке развивает ее в сторону, не предусматриваемую этим отделом геодезии; достаточно напомнить о фотограмметрической сети, о трансформаторах, о трансформировании и пр., чтобы прийти к выводу, что и в этой части практика аэрофотосъемки имеет все основания считаться особой, специальной и только связанной с геодезией стремлением получить столь же правильный планшет-фотоплан, какой получается в результате мензупольной инструментальной съемки.

4) Фотография применяется и в геодезии, но фотографический процесс в аэрофотосъемке имеет другие установки и свои специальные решения (см. Д. А. Сольский, Аэрофотография, Москва — Ленинград 1931).

5) Летносъёмочный процесс, как фотографирование местности с самолета с высоты 1000—3000 и более метров, связанный с искусством точного вождения самолета по заранее намеченным маршрутам, при наличии особых аэрофотоаппаратов-автоматов, работающих сквозь значительные слои атмосферы разных плотностей, при различном освещении и состоянии атмосферы, резко отличается от применения фотографии в наземных геодезических работах.

60. План наземных геодезических работ. Концентрация всех наземных геодезических работ, понимаемая в духе декрета, опубликованного 23 марта 1919 г., не исключает сохранение самостоятельности отдельных ведомств и учреждений в отношении производства ими всякого рода съемок и нивелировок по их специальным заданиям, но вместе с тем и обязывает их руководствоваться общими директивами единого геодезического центра в техническом отношении и вести свои специальные геодезические и топографические работы по «инструкциям», одобренным единым геодезическим центром.

Главная обязанность единого геодезического центра заключается в обеспечении работ всех ведомств и учреждений геодезической основой, как сказано в декрете: «в общегосударственном масштабе».

Из этих соображений вытекает объем и содержание плана наземных геодезических работ и порядок его составления согласно потребностям различных ведомств и учреждений в геодезических работах на пятилетие и на текущий год.

61. Технические и прочие инструкции. Общее положение: каждый род работы должен иметь свои технические инструкции; это установлено практикой многих лет. Техническая инструкция не должна быть повторением теоретических выкладок, но она должна быть основана на научных данных и изложена в приспособлении к процессам производства наземных геодезических работ: основных, съемочных, нивелировочных и картографических.

По мере накопления опыта и перемен в инструментах и приборах — технические инструкции подлежат дополнениям и изменениям.

Технические инструкции не могут быть только справочными руководствами в руках исполнителей; они должны быть тщательно изучены исполнителями; знание технических инструкций должно быть обязательным для всего технического состава.

Молодой состав техников, окончивших курс соответствующих специальных учебных заведений, и студенты-практиканты ни в каком случае не могут быть привлекаемы к участию в ответственных сложных технических работах без предварительного практического ознакомления с ними в благоприятствующей обстановке.

Для достижения этого необходимо устраивать геодезические полигоны, на которых должны быть проложены

образцовые геодезические работы: тригонометрическая сеть, полигонометрическая сеть, астрономические пункты, сеть нивелирных точек; должны быть произведены всякого рода съемки и нивелировки участков полигона.

На геодезических полигонах должны испытываться новые инструменты, аппараты и приборы, а равно все новые приемы исполнения геодезических работ; на полигонах же должны ознакамливаться с предстоящим видом работы молодые поколения геодезистов, топографов и студентов-практикантов.

Кроме технического оборудования, каждый полигон должен быть оборудован в хозяйственном отношении; на полигоне должны быть устроены: жилые помещения для постоянного технического состава и постоянных рабочих; жилые помещения для переменного технического состава, прибывающего и убывающего; помещения для транспортных средств; всякого рода хозяйственные постройки и сооружения.

Кроме технических инструкций по каждому виду работ должны быть разработаны административно-хозяйственные инструкции начальникам партий—тригонометрической, полигонометрической, астрономической, нивелировочной, съемочной; производителям работ: геодезисту, астроному, по угломерной съемке, по мензульной инструментальной съемке, по тахеометрии, по нивелировке и пр. Весьма полезно составление памяток низшему техническому составу по их специальностям и рабочим при геодезических работах.

Инструкции и памятки весьма способствуют повышению квалификации рабочих и технического состава.

62. Полевая партия. Каждое отдельное задание, выраженное в письменной форме, с приложением к нему, если надо, карты охватываемого заданием района, поручается на исполнение полевой партии. Если партия окончит задание до наступления зимнего периода, то ей может быть поставлено другое задание и она может быть передвинута в другой район работ. Если задание потребует (по плану) для исполнения более одного летнего рабочего периода, то бывает выгодно оставить партию на зимовку в ее районе с тем, чтобы в зимнее время она занималась обработкой полученных полевых материалов и подготовкой в следующем летнему рабочему периоду. Полевые партии организуются для работ по прокладыванию тригонометрической и полигонометрической сети, по определению астрономических пунктов, по нивелировкам, по топографической съемке, по триангуляционным работам и пр.

Каждая полевая партия состоит из начальника партии, инженеров, топографов, техников, рабочих: лиц административно-хозяйственного состава; материального (технического и хозяйственного) оборудования; транспорта (конного, автомобильного, тракторного, вертолетного и пр.). Одно из лиц технического состава партии назначается заместителем начальника партии.

Полевая партия формируется и укомплектовывается основным техническим и административно-хозяйственным составом. Низший технический состав, рабочие, сторожа нанимаются на местах, с соблюдением законов о найме на сезонные работы и законов о труде.

Начальным моментом существования полевой партии следует считать назначение начальника партии с одновременной постановкой ему задания в письменной форме.

Конечным моментом существования каждой партии следует считать сдачу окончательных результатов работы.

Доказанное на практике положение, что «камеральная обработка полевого материала получается наилучшая, если ее исполняют те же лица, которые вели полевые работы» — должно непременно выполняться; его нарушение возможно лишь в самых крайних случаях.

В дальнейшем, после своего назначения, начальник партии должен:

1. Уточнить и разработать задание в техническом отношении.
2. Составить предварительную смету стоимости работы на основании норм выработки и других справочных данных.
3. Составить технический план работ, произведя, если надо, предварительную рекогносцировку района.
4. Составить план комплектования партии.
5. Составить план снабжения партии всем необходимым (до ассигнования необходимых денежных сумм включительно).
6. Составить план перевозки партии со всеми грузами к месту работ.
7. Составить календарный план исполнения задания.

Таковы этапы деятельности начальника партии, который является ответственным исполнителем данной работы во всех отношениях. Несколько партий могут быть объединяемы в районы для удобства управления ими и контроля.

63. Отчетность, инспектирование, проверка работ. I. Руководящий центр должен разработать систему отчетности полевой партии: технической, хозяйственной и финансовой. Сущность дела и успех его требуют, чтобы отчетность всех видов, с одной стороны, давала возможность руководящим органам следить за успехом работы и ее технической правильностью, а с другой, — не отнимала бы на ее составление много времени у полевых работников в ущерб исполнению работ. Такую отчетность можно создать путем последовательного приближения, т. е. совершенствуя систему отчетности по мере накопления опыта. Всякого рода картограммам, диаграммам, графикам, таблицам должно быть отведено видное место в системе каждого рода отчетности, потому что они упрощают отчетность и делают ее более наглядной, быстро усвояемой.

На основании периодической отчетности каждой полевой партии ко времени окончания работы по каждому заданию составляется исполнительная смета на основании расходных документов, поступивших из полевой партии.

По всему единому геодезическому производству, включая и его местные объединения, ежегодно составляется годовой отчет с объяснительной запиской к нему.

Годовые отчеты должны служить фактическим материалом для разного рода практических выводов: о состоянии техники геодезического дела, о производительности труда, о нагрузке каждого инструмента, о стоимости продукции, о накладных расходах и пр. Предварительная смета на каждый год составляется также с учетом фактического опыта предшествующих лет.

II. Успех исполнения работы каждой полевой партии во многом зависит от правильного инспектирования работ полевыми инспекторами, в число которых могут быть допускаемы только бывшие полевые работники, прошедшие практически разного рода технические должности, до начальника полевой партии включительно. Для инспектирования должна быть выработана общая ко всему производству инструкция, точно усвоенная как инспекторами, так и действующим техническим составом. Если инспектора будут только исполнять обязанности контролеров, то дело далеко не пойдет; инспектор должен не только контролировать, но и инструктировать, согласовывая свою инспекторскую работу с руководством начальника полевой партии, конечно, не в сторону соглашения с ним, а с целью выработки единого руководства, которое должно быть преподано каждому

исполнителю. Деятельность полевых инспекторов должна объединяться в лице главного полевого инспектора.

III. Каждая исполненная работа должна быть поверена на местности и камерально.

Если работа исполнена по заданию какого-либо ведомства или учреждения, то работа поверяется смешанной комиссией с участием представителей обеих сторон; после поверки работа сдается работодателю или исправляется.

64. Учет труда. Учет труда каждого сотрудника основывается на его дневнике как на основном, первичном документе, записи которого регулярно проверяются в порядке подчиненности.

Дневник представляет собой прошнурованную тетрадь с разграфкой страниц по установленной форме. Каждый сотрудник сам вносит в свой дневник подробный перечень ежедневных работ; запись делается в конце каждого рабочего дня. Дневники проверяются и свидетельствуются специальными техниками, которые должны быть в полевых партиях; эти техники руководствуются установленными нормами выработки и фактической обстановкой во время работы. Периодически дневники проверяются и свидетельствуются начальником партии. Система учета труда по дневникам или иным порядком должна быть согласована с законами об учете труда.

Учет работы всей партии в целом ведется в «Журнале работ» данной партии, который представляет собою прошнурованную книгу, страницы которой разграфлены по установленной форме.

В «Журнал работ» вносятся начальником партии: все этапы работы партии по данному заданию; количество работ и время, на них затраченное, с указанием обстоятельств, сопровождавших исполнение работы; соответствие (или несоответствие) сроков фактического выполнения отдельных частей работы срокам календарного плана; соответствие (или несоответствие) фактических расходов расходам, исчисленным по предварительной смете; все изменения в организации работ по сравнению с утвержденным планом работ, в зависимости от местных условий и прочих обстоятельств.

В «Журнале работ» должны отражаться важнейшие мероприятия начальника партии, которые он принимал для того, чтобы работа была выполнена в срок, при расходе материалов и денежных сумм в пределах утвержденной предварительной сметы.

В «Журнале работ» кратко отмечаются донесения начальника партии относительно: хода работ, выполнения сроков, выдержки расходов в пределах предварительной сметы, чрезвычайных происшествий, повлиявших на ход работ и пр.

65. Участие общественности. Расчеты, соображения, задания, характер их исполнения, планирование и прочие элементы производства геодезических работ должны быть окончательно выработаны при участии технической общественности во всех фазах их развития.

В высшем порядке участие общественности проявляется в виде всесоюзных конференций по развитию геодезических работ в предстоящей пятилетке с участием представителей высших планирующих органов СССР и всех учреждений, заинтересованных в геодезических работах. На основании постановлений таких конференций разрабатывается пятилетний план геодезических работ центральным геодезическим управлением в согласовании его с пятилетними планами всех учреждений, нуждающихся в геодезических работах. Затем пятилетний план утверждается в установленном порядке и принимается в основу каждого годового плана, начиная с первого года пятилетки.

В каждой полевой партии составляется план работ для исполнения задания, поставленного партии. Весьма существенную помощь успешному развитию работ полевой партии, как показал опыт, оказывают периодически собираемые начальником партии технические совещания сотрудников партии, в которых из докладов начальника партии и производителей работ они осведомляются о ходе работ партии; кроме того, в технических совещаниях обсуждаются вопросы, связанные с затруднениями, встреченными исполнителями работ вследствие особенностей задания или местных условий. Технические совещания высказываются по поводу разбираемых технических вопросов, но решение предоставляется начальнику полевой партии, который является единственным и полным ответчиком за все работы партии.

Главная цель докладов на производственных и технических совещаниях заключается в привлечении широкого коллектива работников геодезического дела к участию в постановке заданий и к обсуждению их исполнения.

66. Основы организации работ. Организация геодезической службы должна ставить в основу типичные особенности системы социалистического хозяйства.

В социалистическом хозяйстве все орудия геодезического производства (как и всякого другого) принадлежат государ-

ству без права отчуждения их в частные руки; отсюда ясно, что все геодезические работы на всем пространстве СССР должны исполняться только государственными учреждениями; в свою очередь, это обязывает так составлять ежегодный план геодезических работ, чтобы им были обеспечены все учреждения, нуждающиеся в геодезических работах, так как недочет в этом отношении, в социалистическом хозяйстве, не может быть восполнен работой геодезистов или землемеров, как частных предпринимателей. Иначе, говоря, ежегодный план геодезических работ в социалистическом хозяйстве должен быть — общегосударственным.

Хозрасчетность геодезического производства (как и всякого другого) обязывает стремиться к снижению стоимости изысканий (съемки, нивелирование и пр.) на единицу изыскания, выраженную в земельной мере (квадратный километр, гектар).

67. Геодезия в первом пятилетии. К началу первого пятилетия существовал план топографо-геодезических работ. По мере развития общегосударственного строительства в объеме плана первой пятилетки оказалось, что, территориально, план топографо-геодезических работ близко подходит к требованиям, предъявленным общегосударственным планом первой пятилетки, но по количеству работ план топографо-геодезических работ является только минимальным планом, не удовлетворяющим запросам общегосударственного пятилетнего плана.

Вместо такого плана сама жизнь поставила перед «геодезической службой» задачу: удовлетворить, территориально и количественно, все запросам на топографо-геодезические работы в СССР.

68. Геодезия во втором пятилетии. При решении вопроса об удовлетворении запросов всех отраслей социалистического хозяйства на топографо-геодезические работы важнейшей задачей является установление масштабов съемок, потому что масштабом, главным образом, определяется соответствие съемочного материала производственным заданиям той или иной отрасли хозяйства, как, например: при устройстве колхозов и совхозов, при лесоустройстве, при обследовании водосборных площадей, при геолого-разведочных работах и пр. В отношении составных частей СССР распределение топографо-геодезических работ по масштабам выражается (в тысячах квадратных километров) для второй пятилетки приблизительно в следующих цифрах:

Наименование частей СССР	Масштабы и площади (в тыс. км ²)								
	Съемки						Обследованне		Итого
	Крупнее 1:10 000	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	Упрощен. 1:100 000	1:200 000	1:500 000	
РСФСР . . .	29	1053	1677	3524	1392	1000	3180	3406	15 261
БССР . . .	—	70	40	—	—	—	—	—	110
УССР . . .	25	168	144	—	—	—	—	—	337
ЗСФСР . . .	6	28	45	—	—	—	—	—	79
Туркменск. ССР . . .	—	43	—	150	—	—	100	—	293
Узбекская ССР . . .	—	30	—	70	—	—	—	—	100
Таджикск. ССР . . .	—	50	—	45	—	—	50	—	145
Всего по СССР . .	60	1442	1906	3789	1392	1000	3330	3406	16 325
Всего в %	0,4	8,8	11,7	23,3	8,5	6,1	20,2	21	100

Таблица эта заимствована из труда Госплана СССР — «Геодезические, картографические и гравиметрические работы во 2-й пятилетке», 1933 г. — Москва—Ленинград, стр. 200.

По мнению Всесоюзной конференции по развитию геологических и геодезических работ во второй пятилетке, состоявшейся 12—25 апреля 1932 г., «указанный план съемочных работ по своему объему и масштабам съемок удовлетворяет в полной мере всем выяснившимся к настоящему времени запросам на топографическую съемку и карту со стороны промышленности, сельского хозяйства, транспорта, энергостроительства, водного хозяйства, лесного хозяйства, исследовательских, изыскательских, разведочных и проектировочных организаций» (из материалов конференции).

Если принять во внимание, что из общей площади территории СССР в 21,4 млн. км² — 16 325 тыс. км² подлежат

съемке и обследованию в течение второго пятилетия, т. е. 77% всей площади, то станет совершенно понятным колоссальный объем предстоящих во второй пятилетке топографо-геодезических и картографических работ.

Приведенные выше в таблице цифры являются ориентировочными. Конференция выработала твердые основания, наличие которых гарантирует наибольшую степень исполнимости этих ориентировочных цифр, и остановила должное внимание на вопросе районирования территории частей СССР по масштабам съемок; при этом учтены топографические особенности различных районов и областей: лесных, степных, горных и пр., а также экономическое их значение. Для характеристики объема основных геодезических работ могут служить такие цифры, относящиеся ко второй пятилетке: общее протяжение рядов тригонометрической сети II разряда — 60 000 км; общее число пунктов II разряда — 8300; базисов для сети II разряда — 140, с общим протяжением 1000 км; протяжение ходов высокоточной нивелировки — 19 000 км, протяжение ходов точной нивелировки — 45 000 км.

К этому надлежит прибавить значительное число астрономических пунктов, а также весьма обширные работы по тригонометрической сети I разряда, имеющей, главным образом, научно-техническое значение (определение элементов фигуры земли и пр.).

С технической точки зрения такое грандиозное развитие топографо-геодезических работ потребует целого ряда крупных мероприятий, основанных на самых последних достижениях в развитии методов геодезии и ее техники.

Грандиозности плана топографо-геодезических работ, в целях его обязательного выполнения, должны соответствовать: 1) подготовка кадров инженеров и техников топографо-геодезической специальности, 2) развитие производства инструментов и приборов (точная механика) и 3) строго продуманная организация всего геодезического дела в государственном масштабе, при наличии высококомпетентного руководства со стороны центрального органа.

Высокоточные инструменты и приборы пока получают из-за границы, потому что производство их в СССР еще не вполне налажено, но инструменты, применяемые собственно при различных видах съемок (теодолит, тахеометр, мензула, кипрегель и пр.) производятся в СССР в большом числе и характеризуются вполне удовлетворительными качествами. Улучшение конструкции производимых инструментов должно быть направлено к упрощению приемов измерения и в ча-

стности к автоматизации, т. е. к получению некоторых сложных величин непосредственно одним отсчетом на инструменте, взамен нескольких других предварительных отсчетов и последующих вычислений по этим предварительным отсчетам.

Несомненно, что успеху в достижениях, намеченных в плане второго пятилетия по отношению к топографо-геодезическим работам, в значительной мере должна способствовать аэрофотосъемка. (Более подробные сведения об аэрофотосъемке на службе социалистического хозяйства см. в книге М. Бонч-Бруевича «Аэрофотосъемка на службе социалистического хозяйства».)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Планом второй пятилетки поставлены всем отраслям народного хозяйства СССР определенные обширные задачи. Между этими задачами имеются такие, которые требуют освоения и изучения обширных территорий: к таким задачам относятся: добывание железа, угля, торфа и прочих ископаемых; лесоустройство; землеустройство в связи с сельским хозяйством; устройство и развитие транспорта и, в связи с ним, широкое дорожное строительство; улучшение водного транспорта и, в связи с этим, регулирование рек как водных путей сообщения и пр.

Как видно из всего изложенного в настоящем труде, геодезическим изысканиям (съемкам и нивелировкам) принадлежит в исполнении этих задач видное место. Мало этого; геодезические изыскания, для исполнения заданий второго пятилетия, должны быть произведены в первую очередь, чтобы подготовить успех достижений в тех областях промышленности, которые основываются на них, как на фундаменте, и без которого не может быть сооружено их величественное здание.

Для осуществления такой роли геодезических изысканий, план геодезических и топографических работ по своим размерам и в отношении календарных сроков исполнения тех или иных его заданий должен быть строго увязан с планами исполнения заданий в тех областях, для которых геодезические изыскания служат основой. С другой стороны, план работ по геодезическим изысканиям для своей жизненности должен быть строго согласован с планом геологических изысканий и с планом работ по исследованию почв, потому что только при таком комплексном обследовании территории бу-

дет создан надежный фундамент для развития на ней соответствующих отраслей народного хозяйства.

Совершенно отдельно на видном месте стоит вопрос о создании правильной современной карты для всей территории СССР, включая сюда и необжитые еще пространства. Эта проблема не только связана с работой по выполнению заданий второй пятилетки, но ее разрешение находится в тесной связи с повседневной деятельностью во многих отраслях; недостаток такой карты чувствуется при многих начинаниях и притом в отношении различных местностей обширной территории СССР. Скорейшее составление доброкачественной карты требует концентрации всего свежего планового съемочного материала к источникам картографических работ; между тем этот материал еще остается рассеянным по тем районам, ведомствам и учреждениям, в которых он появился в силу тех или иных распоряжений или практических требований. Нужна весьма напряженная деятельность учреждений, от которых зависит составление и освежение карт, чтобы проблема картографии нашла скорое и желательное разрешение. Кроме того необходимо создавать новые карты и освежать устаревшие не только по накопленному уже плановому материалу (результат прежних съемок), но и получать с природы (непосредственно) мелкомасштабный картографический материал. Эта проблема близка к практическому разрешению при помощи метода аэрофотосъемки, о чем подробно излагается в труде М. Д. Бонч-Бруевича — «Аэрофотосъемка на службе социалистического хозяйства».

ЛИТЕРАТУРА

Для желающих углубить свои познания на основе материала, изложенного в настоящем труде, предлагаются следующие источники:

1. Соловьев С. М., Курс низшей геодезии, 3-е дополненное и исправленное издание, Москва, 1914.
2. Беликов С. П., Полный курс военной топографии, Москва, 1888.
3. Филоненко А. С., Практическое руководство для производства триангуляции, Москва, 1927.
4. Бонч-Бруевич М., Аэрофотосъемка, Москва, 1931.
5. Андреев П. Н., Геодезия. Руководство для техников путей сообщения, С.-Петербург, 1899.
6. Богуславский Н. А., Курс геодезии и приложение ее к техническим изысканиям путей сообщения, С.-Петербург, 1904.
7. Витковский В. В., Практическая геодезия, 2-е издание, С.-Петербург, 1911.
8. Бик-Чеботарев Н. А., Курс низшей геодезии, 1-е издание. Москва, 1933.
9. Иверонов И. А., Курс высшей геодезии, 2-е издание, Москва 1926.
10. Витковский В. В., Топография, 3-е издание, Москва. 1926.
11. Иордан В., Руководство высшей геодезии (пер. с нем.). Москва, 1881.
12. Под ред. проф. Красовского Ф. Н., Курс геодезии, ч. I и II, Москва—Ленинград, 1930.
13. Под ред. и с дополнениями проф. Орлова П. М., Практика низшей геодезии, Москва, 1930.
14. Бауман В. И., Курс маркшейдерского искусства, ч. I—III, С.-Петербург, 1905—1908.
15. Выдрин Ф. И., Краткий практический курс маркшейдерского искусства, Москва—Ленинград, 1926.
16. Маркшейдерское дело республики, Москва, 1922, Основные правила по маркшейдерскому делу и маркшейдерскому контролю, Москва, 1929.
17. Дитц О. Т., Геодезия для гидротехников и строителей, ч. I и II, изд. ГТТИ, 1932.
18. Справочник по аэрофотосъемке. Под ред. М. Д. Бонч-Бруевича, Москва, 1934.

D

529