

А. Н. РОЩИН

*твоя
будущая
профессия*

ЛЮДИ ПЕРВОЙ ТРОПЫ

Все вперед и вперед идут неизведанными тропами геодезисты и топографы. Люди мужественные, смелые, они счастливы общением с природой и горды своей миссией первооткрывателей, тем, что с их работ начинаются большие и малые стройки и частица их труда есть в каждом новом адресе на карте нашей Советской Отчизны.





А. Н. РОЩИН

*Твоя
будущая
профессия*

ЛЮДИ ПЕРВОЙ ТРОПЫ

КИЕВ
«РАДЯНСЬКА ШКОЛА»
1980

Рошин А. Н.
Люди первой тропы.— К.: Рад. школа. 1980
(III кв.) — 3,75 л., ил. (Твоя будущая профессия) В обл. 20 к. 45 000 экз. 70803

Создание топографических планов и карт, внедрение в жизнь всевозможных строительных проектов, контроль за установкой сложнейших станков, расчет запусков ракет и космических кораблей — во всех этих и многих других делах есть лепта труда топографов и геодезистов.
Об особенностях работы топографов и геодезистов, о знаниях и качествах, необходимых людям этих профессий, о лучших их представителях рассказывается в данной книге, предназначенной учащимся старших классов общеобразовательных школ.

КЕМ БЫТЬ?

Люди установили размеры планет, измерили площади материков и стран земного шара, высоту его заоблачных горных вершин и глубину океана, построили города, дороги, каналы и, покорив Космос, проложили первые тропы на Луне.

В каждом из достижений человеческого разума есть вклад древнейших наук о Земле — топографии и геодезии.

На обширных просторах нашей Родины, от Балтийского моря до Тихого океана, от берегов Северного Ледовитого океана до субтропиков Крыма и Кавказа — всюду созидает советский человек.

Города и поселки, заводы и фабрики, шахты и рудники, высотные здания и скромные неказистые водонапорные башни, судоходные каналы и оросительные системы, колхозные усадьбы и поля севооборотов — все это создается во имя блага и счастья людей на Земле. Все это возводилось, строилось и строится с активным участием людей почетной и сложной профессии — топографов и геодезистов.

Наш народ чтит имена первопроходцев, первооткрывателей, отдавших свою жизнь во имя блага нашей Отчизны, во имя ее вечной молодости, во имя того, чтобы она, как говорил на XXV съезде КПСС Генеральный секретарь ЦК КПСС товарищ Л. И. Брежнев, стала

цветущим краем — землей, где знания и опыт людей творят чудеса. И не удивительно, что лучшим из них — сильным, мужественным, самоотверженным, идущим навстречу неизведанному и борющимся с трудностями — посвящено немало книг. Так, в книге воспоминаний «Целина» тов. Л. И. Брежнев рассказывает о покорителях бескрайних казахстанских степей, которые приезжали туда по заданию Партии и начинали действовать. «Романтики на целине, как и трудностей, было хоть отбавляй. Однако нельзя представлять дело облегченно: приехали мол, разбрелись по степи и давай всюду пахать, благо земли вокруг много.

У строителей есть такое понятие — нулевой цикл. Это работы, связанные с расположением здания на территории, сооружением его фундамента и подземных коммуникаций. Работа трудоемкая, со стороны мало заметная, но ее необходимо провести, прежде чем начать возводить само здание. В сельском хозяйстве с нулевым циклом можно сравнить землеустроительные работы, землеустройство — это своего рода генеральный план, которым определяются контур и характер хозяйства, расположение и размер его полей, лугов, пастбищ, места для строительства усадеб, источники водоснабжения и многое другое, очень важное для жизни и производства»¹. Все эти работы проводились с участием топографов и геодезистов.

О людях сложных и нелегких профессий рассказывает и в нашей книге, предназначенной тем, кто готовит себя к труду, к тому, чтобы вносить свою посильную лепту в дальнейшее процветание нашей советской Родины.

Конституция СССР гарантирует право на труд, в том числе право на выбор профессии, рода занятий и работы

¹ Брежнев Л. И. Целина. М., Политиздат, 1980, с. 12.

в соответствии с призванием, способностями, профессиональной подготовкой и образованием.

Профессий и специальностей десятки тысяч, а выбрать необходимо одну. Задача трудная и ответственная. Надеемся, что наша небольшая книга в какой-то степени поможет вам определиться. Может быть, вас привлекут профессии топографов и геодезистов, вы пополните армию этих тружеников, и когда-нибудь, в местах, где вам пришлось созидать, будете так же вспоминать: «...эта дорога прокладывалась еще при мне, и этот Дворец культуры строился в мою бытность, и эти заводы, электростанции, шахты, и эти городские улицы, и колхозные села — в них есть частица моего труда, моих раздумий, моих волнений, бессонных ночей...»¹

¹ Брежнев Л. И. Возрождение. М., Политиздат, 1978, с. 62.

ПЕРВЫЙ КОЛЫШЕК

Наверное, в поле, на улице села или города вам приходилось видеть человека, внимательно всматривающегося вдаль через трубу, установленную на треноге, и записывающего что-то в тетрадку. Сделав знак одному из помощников, он переходит на новое место, а там, где стоял его инструмент, помощники забивают колышек. Затем между колышками протягивают гибкую стальную ленту и измеряют расстояние. Если через какое-то время вы снова побываете здесь, то увидите огороженный участок. На нем работают подъемный кран и экскаватор, в ворота то и дело въезжают грузовики. Началось сооружение жилого дома или предприятия. И так всегда. Новому строительству предшествует работа людей с инструментом на треноге. Их работа не так проста, как кажется на первый взгляд, и требует большого внимания и точности. Прежде всего нужно тщательно обследовать местность, провести на ней ряд специальных измерений. На основе полученных данных и статистических, экономико-географических сведений о территории разрабатывают проект будущей стройки. Затем начинается второй этап работы — разбивка участка. Контур сооружения «переносят» с плана на местность, как говорят «сажают проект в натуру», соблюдая условия масштабности. Небрежность в измерении при этом так же недопустима, как и при съемке местности,



Рис. 1. Прораб Городнянского «Межколхозстроя» Н. И. Левкович дает задание мастеру стройотряда В. Шумейко и командиру стройотряда В. Пилипчуку (фото РАТАУ)

ибо может повлечь за собой дорогостоящие переделки, аварию и даже катастрофу.

Теперь вам понятно, почему геодезисты работают так сосредоточенно и четко. Планы местности, которыми они часто пользуются, составлены топографами.

Профессии геодезиста и топографа близки, но различие между ними все же есть. Геодезисты изучают методы определения фигуры и размеров Земли, изображения земной поверхности на плоскости, устанавливают положение и высоты опорных геодезических пунктов, производят точные измерения на местности в связи с различными научными или практическими задачами. Топографы же «переносят» объекты земной поверхности на карты и планы разных масштабов.

Общая черта в работе людей этих родственных про-

фессий заключается в том, что они всегда идут по еще не исследованной земле. Вооруженные оптическими приборами, радиоаппаратурой, на вертолетах, оленях, на лыжах они прокладывают тропы по самым непроходимым местам, являются зачинателями нового, прогрессивного. Установленные ими для закрепления опорных геодезических пунктов колышки — свидетельство огромной работы. С них начинается новый город, мощная электростанция, новый совхоз. Первый колышек — это также начало съемочной сети для создания точных планов и карт.

Мы не знаем, кто первый на нашей планете начертил карту,—древнейшим из тех, что дошли до нас, тысячи лет.

Еще в период первобытного общества люди составляли примитивные карты местности на скалах и стенах пещер, на костяных пластинках, предметах домашнего обихода. Такие картографические рисунки служили указателями дорог, мест охоты, рыболовства и пр.

Необычные морские карты были у островитян Океании: на каркасе из пальмовых листьев закреплены лианами палочки и раковины. В результате многолетних исследований установлено, что палочки обозначают гребни океанских волн, а раковины — острова. Островитяне издавна заметили, что волны, встречая на своем пути землю, отклоняются от прежнего направления и меняют свои очертания. Жители Маршалловых островов бороздили безбрежные просторы Тихого океана, не имея компаса, ориентируясь только по направлению волн, изображенных на карте.

С развитием человеческого общества совершенствовались способы изображения местности на плоскости — от примитивных схем и рисунков до современных точных географических карт.

«Карта,— говорил на Первом Всесоюзном географическом съезде в 1933 году почетный академик, заслуженный деятель науки, профессор Юлий Михайлович

Шокальский,— нужна всем: ученому и колхознику, государственному деятелю и домашней хозяйке».

А любая карта — это результат топографической съемки, труда огромной армии специалистов.

Особенно возросло значение топографо-геодезических работ с развитием народного хозяйства страны в наше бурное время — время научно-технического прогресса. Ни одна комплексная, а часто и специальная, экспедиция не может обойтись без карты, без квалифицированной помощи топографов и геодезистов, которые работают плечо к плечу с остальными исследователями.

Так, в 1975 году в горах Ямото, в западной части Земли Эндерби в Антарктиде, на высоте почти двух тысяч метров над уровнем моря геологи, геофизики и геодезисты 20-й советской Антарктической экспедиции исследовали кристаллический фундамент материка. В окрестностях высокогорного лагеря велось детальное геологическое картирование «каменных оазисов» — скальных пород, выступающих из-под мощного ледникового щита. Группы геодезистов проводили систематическое зондирование с целью измерения толщины ледяного покрова и характеристик гравиметрических полей. Это один пример. А их множество.

Большие изыскательские работы выполняют поисковые партии и экспедиции.

Топографическая и геодезическая экспедиции — это административные организации, объединяющие несколько партий. Возглавляют их начальник и главный инженер. Каждая экспедиция имеет установленный штат, бюджет, печать, свое хозяйство. Обычно экспедиции создаются при отделах изысканий научно-исследовательских и проектных институтов, также являющихся организационно-структурной основой территориальных аэрогеодезических предприятий нашей страны в системе Главного Управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Поисковые партии входят или

в состав экспедиций, или в специализированные службы. Партия состоит из четырех-шести бригад, каждую из которых возглавляет исполнитель — инженер. В состав бригады входит старший техник (в отдельных случаях техник) и до 12 рабочих, в зависимости от вида топографо-геодезических работ и физико-географических условий. Работой партии руководит ее начальник.

В крупных городах созданы специализированные геодезические службы, подведомственные местным Советам народных депутатов, наделенным определенными законодательными правами по регулированию отдельных вопросов, связанных с застройкой и планировкой населенных пунктов. Например, в г. Свердловске геодезическая служба с производственными подразделениями входит в Отдел по делам строительства и архитектуры и состоит из геодезической инспекции (5 человек), геодезического сектора (57 человек), в котором 39 инженерно-технических работников и 18 постоянных рабочих, и группы дежурного плана (8 человек).

Много топографов и геодезистов трудятся в сельском хозяйстве землеустроителями. О них в книге «Целина» рассказывает товарищ Л. И. Брежнев: «Спешным и невиданным по своему размаху делом стал отвод земель под распашку. И если уж говорить о том, кто самым первым двинулся в бескрайние степи, то это были ученые, гидротехники, ботаники, землеустроители, агрономы. Их прежде всего хочется вспомнить добрым словом»¹.

А вот что пишут о своей работе в топографической партии учащиеся одного из топографических техникумов: «Наша партия ведет предварительные изыскания перехода газопровода через реку Урал в районе г. Индер. Работаем попеременно и рабочими, и техниками.

¹ Брежнев Л. И. Целина. М., Политиздат, 1978, с. 13.

Нам доверили техническую нивелировку и измерение трассы лентой. С этими видами работ справились хорошо. Сейчас ведем съемку поймы Урала на месте перехода газопровода в масштабе 1:5000 и 1:2000. Местность — равнинная степь, и съемка ведется довольно своеобразным способом — один из нас с кипрегелем берет расстояние и откладывает пикеты, а другой одновременно берет по рейке отсчеты нивелиром и ведет запись. Потом по этим данным рисуем рельеф и составляем точный план. Во время подготовки высотного обоснования¹ самостоятельно решили небольшую задачу. Нужно было передать отметку точки с одного берега Урала на другой. В безветренную погоду мы забили на урезах² колышки и быстро пронивелировали. Съемку трассы на правом берегу ведем в тяжелых условиях. Мешают густые заросли кустарника. Приходится разбивать просеки. Снабжение, транспорт — хорошие. Чувствуем себя прекрасно. Трудно только привыкнуть к нехватке воды. Хотя и Урал-река рядом, а пить из нее неохота — вода грязная. Ходишь целый день по жаре с пересохшим ртом и завидуешь верблюдам. Зато вечером, когда возвращаемся на стоянку, напиваемся чаю. Места интересные — кругом степь и степь...»

Пока что эти молодые люди проходят учебную практику. Настанет время, и они будут закреплять первые самостоятельные пункты геодезической опоры, будут вносить свою лепту в общее дело.

Стал историческим колышек, оставленный первопроходцами во время изысканий 1932—1936 годов в глухой тайге. Теперь он находится почти в центре Усть-Кута

¹ *Высотное обоснование* — это равномерно выбранные точки на местности, высоты которых определяются геодезическими измерениями для последующего их использования.

² *Урез* — линия пересечения свободной поверхности воды с поверхностью суши,

(на Лене). Через Нижнеангарск, Чару, Тынду, Ургал до Комсомольска-на-Амуре поехали поезда по Байкало-Амурской магистрали. Многие из участников строительства стального пути к океану будут вспоминать оставленные ими колышки и прекрасное время молодости, радости напряженного труда.

Заманчивая география всесоюзных ударных комсомольскихстроек. Их больше полутораэта. И сегодня те, кто хочет испытать себя в большом, трудном и важном для страны деле, выбирают дороги, ведущие туда.

Неизведанные места, романтика труда, счастье больших побед и встречи с новыми интересными людьми — все это ждет добровольцев на всесоюзных ударных стройках. Они вокруг тебя, близко и далеко — на Украине, в Нечерноземье, в Сибири и Казахстане, в Белоруссии и Средней Азии.. Везде нужны твои руки, меткий ум и беззаветно любящее свой народ и Родину сердце.

«И ВСЕ НА КАРТУ ИСПРАВНО ПОСТАВИТЬ...»

Знание прошлого, заметил как-то К. А. Тимирязев, проливает свет на настоящее и дает возможность предвидеть будущее.

Из глубокой древности берет начало поток знаний о поверхности Земли. Много веков назад родились науки о Земле — геодезия, топография, картография и география. Все они взаимосвязаны и каждая из них очень важна. Основной метод исследований этих наук — измерительный.

Вот что гласит запись летописи 996 года: «Бе бо Володимир любя дружину, и с ними думая о строи земленем и о ратех и уставе земленем». Здесь речь идет о разработке законов учета земель, то есть и их измерении. В «Пространной Русской Правде» Ярослава Мудрого (1054 год) содержатся законы, охраняющие границы землевладений, в частности такой: «Кто в бортном ухोजье... сделанные на бортиях знаки стешет и свои положит, с такового 12 гривен пени; кто столб гранный на меже бортного ухोजья посечет, или межу пашенную распашет, или с дворовой межи тын на другое место переставит, с такового 12 гривен пени; кто дуб гранный срубит или межевой столб повалит, с такового 12 гривен пени».

В 1792 году в развалинах вблизи Тамани (Тмутаракани) была найдена каменная плита с высеченной на

ней надписью на древнерусском языке: «В лето 6576 Глеб князь мерил морем по леду от Тмутаракани до Корчева 14 тысяч сажин». Здесь «Корчево» означает Керчь, а 6576 год в переводе с византийского летоисчисления на ныне действующее означает 1068 год. Таманская плита сохранилась до наших дней. Она экспонируется в Эрмитаже г. Ленинграда не только как древнейший памятник русской письменности, но и как свидетельство развития геодезической практики. Ведь измерение по ненадежному льду Керченского пролива расстояния 22,5 км — дело трудное даже для современных геодезистов.

Другим древним памятником геодезических измерений, связанных с гидротехническими работами, является «стерженский крест», обнаруженный в месте впадения Волги в оз. Стерж. На нем высечена надпись: «В лето 6641 июля 14 день почях рыти реку сю яз Иванко Павлович и крест се поставил», что означает: «В лето 1133 июля в 14 день начал рыть эту реку я, Иван Павлович, и крест этот поставил». Иван Павлович известен по летописи как новгородский посадник и первопроходец. Работу по соединению верховья р. Волги с притоком р. Ловати, впадающей в оз. Ильмень вблизи Новгорода, он проводил, очевидно, для защиты и водоснабжения города.

С образованием в XV веке, в период царствования Ивана III, Русского национального государства возникла необходимость учета земельных ресурсов страны. Хозяйственные описания угодий заносились в так называемые писцовые книги.

В XVI веке были описаны территория Левобережной Украины и дороги от Литвы до Крыма. На основе переписи населенных пунктов, описания дорог, рек и лесов составлялись «чертежи» — прообразы топографических карт.

Конец XVI века и XVII век называют периодом великих открытий. Ценным картографическим произведе-

нием этого времени стала карта мира Меркатора, выполненная в равноугольной цилиндрической сетке, на которой можно было прокладывать по линейке курс корабля. В 1595 году был издан атлас Меркатора. В него вошла составленная по русским чертежам первая детальная карта России.

Развитию полевых съемочных работ способствовали издание Ретикисом, учеником Коперника, практического руководства по съемкам — «Хорографии», а также изобретение мензулы¹.

В XVI веке в связи с территориальным ростом централизованного Московского государства, расширяющимися политическими и экономическими связями с соседними странами накапливался обширный картографический материал.

Переход от самобытной русской картографии к научной картографии XVIII века совершался постепенно. При съемках сельскохозяйственных угодий в допетровское время уже применялись приемы и научного земледе-

ления. В петровскую эпоху особенно активно исследовались окраины Российского государства. В 1696 году с целью освоения берегов Азовского и Черного морей с участием царя Петра I были выполнены первая инструментальная съемка и измерение глубин Дона от Азова до Воронежа.

Петр I организовал работы по изучению берегов и акватории Каспия. После разгрома шведов начались гидрографические работы на Балтийском море. Значительным событием того времени было учреждение в 1715 году в Петербурге Морской академии. Количество «съемщиков», как тогда называли геодезистов, быстро увеличивалось. Уже в 1720 году по указанию сената для

¹ Мензула — прибор, применяемый при составлении плана или карты местности графическим методом.

осуществления планомерной государственной съемки на территории Московской, Киевской, Нижегородской, Рижской, Архангельской и Казанской губерний было направлено тридцать специалистов из Морской академии. Геодезические измерения производились с помощью квадранта и астролябии, расстояния измерялись веревками. По результатам этих работ составлены карты отдельных губерний и уездов.

Среди исследований XVIII века выдающееся место занимает экспедиция на Курильские острова геодезистов Ивана Михайловича Евреинова и Федора Федоровича Лужина (1719—1722 годы). Ей предшествовала довольно длительная и обстоятельная подготовка, которая включала оснащение экспедиции (изготовление квадранта, теодолита с цепью, азимутального компаса, готовален) и разработку маршрута (Петербург — Вологда — Тобольск — Тара — Томск — Енисейск — Усть-Кут на Лене — Якутск — Алдан — Охотск — Нижний Острог на Камчатке — Верхний Острог — Болтеверичский Острог — Курильские острова). О дальнейшем продвижении экспедиции было сказано коротко: «И далее куда вам указано». Перед отправкой экспедиции с геодезистами долго беседовал Петр I. Возможно, он дал им секретное задание. Геодезисты, получив специальную инструкцию, собственноручно правленную царем, ехали вероятнее всего по тракту от Петербурга через Вологду на Тобольск. Указ Петра I о беспрепятственном пропуске и зыяческой помощи геодезистам в пути обеспечивал им незамедлительную смену лошадей на станциях, надлежащее уважение и хороший прием местными начальниками и воеводами. Работу начали с Тобольска. Все наблюдения и расчеты в крупных населенных пунктах, лежащих на пути следования, геодезисты выполняли во время коротких остановок. По Солнцу днем или по Полярной звезде ночью определяли географическую широту мест, расстояния между сибирскими поселениями. При этом

использовались данные, хотя и очень приблизительные, служилых, промышленных и торговых русских людей. Несмотря на примитивность геодезических инструментов того времени, географические координаты населенных пунктов определены довольно точно. Например, географическая широта Иркутска по современным данным отличается от определенной Евреиновым всего на 1'. Так что инструкция, гласящая: «и... описать тамошние места... что надлежит зело тщательно сделать не токмо сюд и норд, но и ост и вест, и все на карту исправно поставить», выполнялась неукоснительно.

На Камчатке исследователи со слов бывалых людей записывали расстояния до различных пунктов на полуострове и до островов близ его восточного побережья, на которых экспедиции побывать не удалось. Многие расстояния исследователи определяли сами. В результате обобщения полученных сведений появилась первая карта полуострова Камчатки и Курильских островов. Кроме того, впервые были определены географические координаты сорока шести населенных пунктов северо-востока нашей Родины.

Большое значение для дальнейшего развития географических и картографических знаний имело создание в 1739 году Географического департамента Российской Академии наук. Особенно плодотворно он работал в 1757—1765 годах под руководством гениального отечественного ученого М. В. Ломоносова. С участием Ломоносова было подготовлено к печати двенадцать карт. Большое внимание Михаил Васильевич уделял изучению экономики страны, в частности составлению «экономических ландкарт», введя в науку это название для группы карт, отображающих размещение хозяйственных объектов.

Огромные геодезические исследования в России были выполнены во время генерального межевания в 60—80 годах XVIII века, охватившего около 300 миллионов

гектаров земель. Результаты этих работ послужили основой для составления в начале XIX века первой государственной многолистной карты в масштабе 1:840 000 (которой, как известно, воспользовался Наполеон при вторжении в Россию). Крупномасштабные планы генерального межевания и сейчас являются ценнейшим материалом для историко-географических и других исследований.

Объем геодезических работ все время расширялся. Из печати выходили топографические, экономические и другие карты. Сооружались соединительные каналы, прокладывались шоссейные и грунтовые дороги (большаки). Точность измерений повышалась. Так, в прошлом веке на протяжении 40 лет (1816—1856) русские геодезисты вычисляли длину «русско-скандинавской дуги меридиана» от северной оконечности Европы до берегов Дуная. Общая ее протяженность 25° 20', то есть около 3000 км. Меридиан проходит по территории Норвегии, Швеции, пересекает Советскую Прибалтику, Пинские болота и через Молдавскую ССР выходит к Дунаю. Два крайних астрономических пункта, как особо важные, обозначены памятными обелисками. Большая часть работы выполнена известным русским астрономом и геодезистом, профессором Дерптского университета, основателем и первым директором Пулковской обсерватории (под Ленинградом) Василием Яковлевичем Струве. Отсюда и название «дуга Струве».

Данные измерений стали исходными при создании сети триангуляционных пунктов от Северного Ледовитого океана до Дуная для военно-топографических съемок западной пограничной полосы России. Новой вехой в развитии геодезии и картографии в XIX веке было изобретение способа определения долгот с помощью хронометров и телеграфа.

В 1845 году по инициативе видных отечественных исследователей было организовано Русское географичес-

кое общество, которое координировало проведение дальнейших экспедиций и других работ. Членами общества стали известные ученые — люди самоотверженные, увлеченные, беззаветно преданные делу науки в России.

Это Ф. П. Литке; П. П. Семенов-Тянь-Шанский, в течение 40 лет руководивший Обществом; Н. Н. Миклухо-Маклай; Н. М. Пржевальский; П. К. Козлов; А. И. Воейков; революционер и крупнейший ученый П. А. Кропоткин; моряки и океанографы И. Ф. Крузенштерн, Ф. Ф. Беллинсгаузен, М. П. Лазарев, С. О. Макаров, Ю. М. Шокальский, Н. М. Книпович; геологи отец и сын В. А. и С. В. Обручевы, крупнейший географ и биолог Л. С. Берг и др. Многие из них не вернулись из путешествий, отдав жизнь во имя любимого дела и Отчизны. Их имена с величайшим уважением произносит каждый из нас, им воздвигнуты памятники и обелиски, о них повествуют книги, ими гордится советский народ. Но наилучший памятник нашим соотечественникам — расцвет науки и культуры при Советской власти, приоритет нашей Родины во многих отраслях знаний.

ПЕРВОПРОХОДЦЫ

Жизнь во имя будущего

Выдающийся исследователь Центральной Азии Н. М. Пржевальский рассказал миру о природе и населении плоскогорья Тибет, о суровой пустыне Гоби, о могучих хребтах Куньлуня. Он составил карту исследованных им районов, собрал ценнейшие ботанические и зоологические коллекции, содержащие около 3 500 экземпляров, а также впервые описал диких лошадей и верблюдов, черного тибетского медведя. Его экспедиции прошли и засняли на карту более 30 000 км. Кроме того, астрономически определены географические широты 48 пунктов, нанесенных впоследствии на топографическую карту. Во время всех путешествий три раза в день измерялись температура, атмосферное давление и влажность воздуха, постоянно велся общий дневник.

Горячая любовь к Родине и страсть к дальним странствованиям появились у Пржевальского еще в ранней юности. Став офицером, он поступает в Академию генерального штаба и пишет свое первое научное сочинение «Военно-статистическое обозрение Приморского края», благодаря которому его принимают в члены Русского географического общества. Преподавая историю и географию в Варшавском юнкерском училище, он изучал труды великих путешественников, совершенствовал свои знания по ботанике, зоологии, минералогии. Целеустрем-

ленно, постоянно он развивал в себе качества, необходимые путешественнику-исследователю.

«Для успеха великого предприятия,—говорил его современник известный русский ученый и путешественник П. П. Семенов-Тянь-Шанский,— нужно, чтобы лицо, его исполняющее, обладало известной совокупностью качеств, которые редко встречаются соединенными в должной гармонии в одном человеке». Именно Пржевальский и был одним из таких редких людей. В последней из своих книг — «От Кяхты на истоки Желтой реки...» ученый рассказывает о свойствах, знаниях и навыках, необходимых человеку первой тропы. Это прежде всего призвание — «прирожденная страсть к путешествию и беззаветное увлечение своим делом, являющиеся могучими рычагами успеха, ибо будут поддерживать и согревать в те трудные минуты, которые придется переносить не один раз»; научная подготовка — «достаточное знакомство с различными отраслями предстоящих исследований»; высокое чувство национального достоинства. Он утверждал, что путешественник «помимо научных исследований, нравственно обязан высоко держать престиж своей личности уже ради того впечатления, из которого слагается в умах туземцев общее понятие о характере и значении целой национальности».

Решая посвятить себя исследованию неизвестных стран, ученый должен знать, по мнению Пржевальского, что «не ковром там будет постлана ему дорога, не с приветливой улыбкой встретят его неприступные горы и горячие пески пустыни, не сами пойдут ему в руки научные открытия. Нет! Ценой тяжелого труда и суровых испытаний придется заплатить за каждый самый маленький успех. Путешественник не должен избегать никакой черной работы и должен забыть о жизненных вкусах и привычках. В дороге придется изведать и холод, и голод, жить в грязи, спать в снегу, есть, как говорится, что бог дает. Как воину в бою, так и путешественнику в его

труде необходимы сильный характер и крепкие мускулы, мужество и смелость, бдительный глаз и благородная душа. Он не должен знать простуды, так как зиму и лето станет проводить на открытом воздухе; должен быть отличным ходоком. Путешественник — это и непревзойденный охотник, и глубоко образованный исследователь, и знаменосец славы и чести своей Родины»¹.

А как много значат спутники, товарищи, помощники в работе!

Для руководителя экспедиции, отправляющейся в далекие страны, «на первом плане должна стоять забота об удачном выборе спутников». Но задача не только в том, чтобы выбрать людей, — нужно еще и сплотить их вокруг задуманного дела, «весь отряд должен жить одной семьей и работать для одной цели под главенством своего руководителя».

Тщательная подготовка к путешествиям, длительные экспедиции с их ежедневным тяжелым трудом, лишениями, опасностью и радостью научных открытий — этому посвятил себя Пржевальский. Он смотрел на свою жизнь как на «службу для науки и славы русского имени».

Первого ноября 1888 года во время пятой экспедиции в Центральную Азию в Караколе Н. М. Пржевальский умер от тифа. В речи на траурном собрании Географического общества П. П. Семенов-Тянь-Шанский сказал: «...Одинокая могила на пустынном побережье Иссык-Куля, у подножия самой величественной грани русской земли... при входе в те неведомые страны, завесы которых приподнял нам своей смелой богатырской рукой Николай Михайлович Пржевальский. Туда манит многих из вас, милостивые государи, тень усопшего. Зайдите на его могилу, поклонитесь этой дорогой тени и она охотно передаст вам весь нехитрый запас своего оружия, который

¹ Цит. по кн.: П р и м а й л о Я. Великий следопыт. М., Советский писатель, 1959, с. 45—46.

слагался из чистоты душевной, отваги богатырской, из живой любви к природе и из пламенной и беспредельной преданности своему отечеству.

Берите же смело это оружие и идите с ним вперед на любом пути знания и истины во славу дорогой России...»¹

Родина не забыла огромного вклада Н. М. Пржевальского в науку. Город, где умер великий путешественник, в 1889 году переименован в Пржевальск. На месте бывшего лагеря экспедиции на берегу озера Иссык-Куль из глыб тянь-шанского гранодиорита воздвигнут памятник в виде девятиметровой скалы, символизирующей Азию, изучению которой Николай Михайлович посвятил жизнь. На вершине скалы распростер трехметровые крылья бронзовый орел — символ ума и смелости — с оливковой ветвью в клюве. Под ногами орла — карта Центральной Азии с нанесенными на ней маршрутами путешествий Н. М. Пржевальского. Оливковая ветвь свидетельствует о мирном характере научных открытий ученого. На бронзовом барельефе изображен профильный портрет путешественника — увеличенная копия именной золотой медали, которой Российская Академия наук в 1886 году наградила Н. М. Пржевальского. Памятник обращен к югу, в ту сторону, куда направлялась последняя экспедиция исследователя. Неподалеку, в парке, — мемориальный музей, открытый в 1957 году.

Десятки тысяч человек ежегодно приезжают со всех уголков страны на озеро Иссык-Куль, и в первую очередь люди идут к памятнику великого путешественника.

Неузнаваемо изменилась за годы Советской власти жизнь в этом крае. Во время путешествий Пржевальского киргизский народ не имел своей письменности, а теперь здесь национальная Академия наук, в вузах обучаются тысячи студентов, в школах — более 300 тысяч

¹ Алдан-Семенов А. Семенов-Тянь-Шанский. М., Молодая гвардия, 1965, с. 276.

учащихся. В бывшем Караколе в 1888 году была всего одна школа, теперь их почти двадцать. Здесь работают педагогический институт, много заводов и фабрик. Город Пржевальск растет и хорошеет с каждым днем.

Дивные пейзажи, чистый воздух, обилие солнца, чудесные пляжи влекут на Иссык-Куль многочисленных туристов. Основные пункты их следования — Чоктал, побережье от Долинки до Чолпан-Ата, Бозтери, поселки Комсомол, Корумда, Ананьево, где расположена туристская база «Иссык-Куль». Отсюда туристы отправляются в походы по склонам ближайших гор (маршруты 213 и 214), по Северному Тянь-Шаню (включая поездку в Алма-Ату, маршрут 215), по хребту Кунгей-Алатау (маршрут 417) или в водно-пешеходное путешествие (маршруты 216 и 707).

Сын Кавказа

Кто не мечтает побывать на Кавказе — в стране высоких гор, вечных снегов и альпийских лугов? Вокруг бурные реки, цветущие долины, изумрудные древние леса, живописные водопады в узких теснинах мрачных ущелий, целебные источники у подножий гор. И города, поселки, далекие аулы. В самом центре северных склонов Кавказа на небольшой предгорной равнине возвышается 18 гор, а дальше к югу на горизонте тянется цепь снежных вершин Главного Кавказского хребта с двуглавым красавцем Эльбрусом. Все горы разной высоты, формы и даже окраски. Одни — островерхие, скалистые (например, пятиглавый Бештау и Развалка, на склоне которой среди южной растительности сохранился очаг многолетней мерзлоты), другие похожи на огромные шары (Лысая, Железная, Золотой Курган), третьи напоминают животных (Бык, Верблюд, Змейка). Но самая привлекательная гора — Машук. У ее подножия живописно расположился небольшой, но уютный

курортный город Пятигорск, в котором много скверов, садов, памятников старины, лечебниц и санаториев. Гости города стремятся посетить дом-музей и место дуэли М. Ю. Лермонтова, дом, где останавливались Л. Н. Толстой, И. Е. Репин. Здесь бывал С. М. Киров и другие замечательные люди.

В этом городе есть тихая, утопающая в зелени улица А. В. Пастухова. Кто же был этот человек? Газета «Правда» 30 августа 1944 года писала: «Мы удвоим внимание к местам, где реют тени великих людей, творцов русской культуры...» Одним из таких славных сынов России и является Андрей Васильевич Пастухов — известный военный топограф и бесстрашный альпинист, исследователь Кавказа. Он родился 18 августа 1858 года в небольшом военном поселке Новодеркул на левом берегу речки Деркул (притока Северского Донца) в семье конюха государственного конного завода Василия Пастухова. После окончания Деркульского коннозаводского училища работал писарем на конном заводе. В свободное время слушал рассказы бывалых людей о чарующей экзотике юга, о горах, ущельях, о животных и птицах. А если удавалось достать хорошую книгу о природе, читал.

В 1876 году для исправления старой карты Старобельского уезда Харьковской губернии в Новодеркул приехал топограф. От него Андрей узнал и о науке топографии, и о том, что в Петербурге есть училище топографов.

Летом 1877 года Андрей Пастухов уволился из канцелярии конного завода и отправился в Петербург. В училище поступить не удалось, но он блестяще выдержал экзамены в третью Петербургскую военную гимназию и был зачислен рядовым в учебную команду корпуса военных топографов. Упорный труд не пропал даром, строгое начальство учебной команды обратило внимание на Пастухова. Весной 1879 года его произвели в унтер-

офицеры и назначили на топографические съемки в Курляндскую губернию.

Более ста квадратных верст¹ заснял на карты в Курляндской губернии Андрей Васильевич. Работы молодого топографа отличались большой точностью. В 1881 году он еще раз сдавал вступительные экзамены в военно-топографическое училище, но и на этот раз ему не повезло. Вскоре топографический отдел Главного штаба командировал его работать на Кавказ. 19 сентября 1882 года в Петербурге А. В. Пастухов был произведен в младшие классные топографы. Получив соответствующие документы, Андрей Васильевич вернулся на Кавказ, где и проработал до конца жизни. В Тифлисе он вошел в состав Кавказского отдела Русского географического общества, членами которого были Н. М. Пржевальский, П. П. Семенов-Тянь-Шанский и другие ученые, чьи имена стали известны мировой науке. Большую радость Пастухову доставляли встречи с Петром Петровичем Тянь-Шанским. Как раз в это время группе видных топографов предложили произвести топографические съемки для составления подробной карты высокогорной части Большого и Малого Кавказа. Молодой топограф Пастухов охотно включился в трудную и ответственную работу. В течение многих лет он кропотливо и самоотверженно выполнял топографические съемки высокогорного Кавказа. Начал он их у Каспия и закончил у берегов Черного моря. За пять лет работы в Дагестане он провел съемку Гимранского и Андийского хребтов, поднимался на вершины Кача и Дитах-Корт.

Немало троп исходил путешественник и вокруг Владикавказа (ныне Орджоникидзе) в Северной Осетии. Сейчас здесь действует клуб юных путешественни-

¹ Верста — старая линейная мера, равная 1066,8 м.

ков имени А. В. Пастухова. Читая в старых газетах и в «поденных» журналах отчеты Пастухова, каждый раз поражаешься его отношению к выполняемому делу, широте знаний и многообразию наблюдений, исследований. Он создал карты массивов и ледников Эльбруса, Казбека, Арарата, описал образ жизни жителей самого высокогорного (2493 м) селения Куруш в Дагестане, опроверг утверждения видных немецких орнитологов о невозможности преодоления птицами ледяного барьера Главного Кавказского хребта и т. д.

В 1889 году Пастухов производил съемки в районе горы Казбек, которая в ясные дни хорошо видна с улиц Орджоникидзе. Огромной вулканической глыбой поднимается она к небу. Ее льды, осыпи и скалистые склоны свидетельствуют о длительной и сложной истории Земли. От Казбека отходит несколько коротких хребтов, разделенных темными ущельями, по которым движутся мощные ледники.

29 июля 1889 года А. В. Пастухов достиг вершины Казбека. Его восхождение было пятым по счету, писали историографы альпинизма, но, кроме того, оно было еще и первым подлинно научным исследованием.

Погода была очень плохая. Подъем, который при благоприятных условиях можно совершить за день, длился более трех суток.

«Меня поразила фигура вершины,— отметил Пастухов в своем докладе Кавказскому отделу Русского географического общества,— она казалась мне не такой; теперь я видел перед собой дугу, острую по своей длине и на протяжении 35 шагов не имеющую никакого падения; очевидно, что тут был когда-то кратер, сторона которого, обращенная на юг, провалилась. Ниже дуги по направлению к востоку есть довольно большая площадь, закрывающая от меня теперь станцию Казбек, которую оттуда принимают за вершину». Пастухов установил шестиметровый шест и поднял на нем двухметро-

вый флаг из красного кумача. Набежавший ветерок развернул полотнище. Он был виден из Владикавказа в бинокль, а жители близких селений могли разглядеть этот знак успешного восхождения невооруженным глазом. Цель была достигнута. Еще одну ночь группа провела на снежных склонах, и только на четвертый день после начала восхождения спустилась к горячим источникам Тмени-Кау-Карма-дон. Лечившиеся здесь горцы приняли ученого за пришельца с того света. Случайно встреченный врач признался, что «выяснив обстоятельства гибели господина Пастухова, направлялся известить об этом кого следует».

Итогом восхождения был первый топографический план вершины Казбека в масштабе 1 : 80000. Завершив работу по изучению Центрального Кавказа, Андрей Васильевич отправился в Закавказье. В 1893 году он побывал на Большом Арарате и горе Алагез. Арарат, словно белоголовый великан, одиноко возвышается на 5165 м. Ледники, изборожденные трещинами, изломанные и грязные, не дают окрестностям ни одного водотока. Арарат выпивает всю воду. Она исчезает в трещинах застывшей лавы, а там собирается в подземные речки и озера. Землетрясения здесь не редкость. По крутым склонам Арарата то и дело сползают осыпи, с бешеной скоростью летят каменные глыбы и осколки. Недаром у местных народов с Араратом связано много легенд. Например, одна из них рассказывает о злых духах, которые живут на вершине Арарата и наказывают всех, кому вздумается их посетить. Но жажда познаний бесстрашна. Первым на гору поднялся в 1829 году русский ученый Паррот. Спустя 20 лет тут побывали военные топографы Ходзько и Хаников. А. В. Пастухов составил план вершин Арарата и провел ряд научных наблюдений.

Андрей Васильевич Пастухов — первый человек, который за сравнительно короткий срок побывал на вос-

точной и западной вершинах Эльбруса, одной из красивейших гор в Боковом хребте Большого Кавказа. Западная вершина поднимается на 5642 м над уровнем моря, восточная — на 5595 м. Обе они хорошо видны с юга и севера. С востока и запада Эльбрус кажется единым снежным конусом, так как одна вершина загроживает другую. Местные жители Кавказа называли Эльбрус гривой снегов, царем горных духов, горой, приносящей счастье. А первые русские поселенцы на Кавказе прозвали его Шат-горой.

Эльбрус — вулканическая гора. Две вершины ее, которые мы видим теперь, очевидно, наиболее поздние кратеры потухшего вулкана. Они покрыты вековым снегом и ледниками, площадь их 143 кв. км. Эта огромная снеговая шапка Эльбруса питает ряд водотоков, например, Кубань, Баксан, Малку и другие. Климат Эльбруса похож на климат арктических районов нашей планеты.

На протяжении 1887—1896 годов А. В. Пастухов поднимался на высочайшие вершины Кавказа не менее восьми раз. На западную вершину Эльбруса он поднялся 31 июля 1890 года. Это было одно из труднейших восхождений. Пастухов и другие его участники провели в снегу семь дней, из них два — на седловине на высоте 5414 м. Вот что сообщил Географическому обществу ученый: «...На самой высшей точке Эльбруса мы поставили флаг из красного кумача длиною в 4 аршина и шириною в 3,5 аршина на деревянном шесте длиною в 7,5 аршина. В двух саженях от флага воткнули палку, а в 6 саженях к северу на камнях оставили бутылку с запиской; затем я фотографировал восточную вершину Эльбруса и часть Главного Кавказского хребта, сделал топографическую съемку восточной и западной вершин и перевала, общий вид которых я набросал еще ранее».

Спустя 50 лет бутылку с запиской Пастухова нашли на Эльбрусе советские альпинисты, участники второй

олимпиады ВЦСПС. В записке прочитали: «31 июля 1890 года военный топограф Пастухов Андрей Васильевич в сопровождении казаков Хоперского полка взошли сюда в 9 часов 20 минут утра при температуре воздуха минус 5 градусов по Реомюру. Имена казаков: Дорофей Мернов, Дмитрий Нехороший и Яков Таранов».

В 1896 году во время отпуска Пастухов вторично поднялся на Эльбрус вместе со студентом Петербургского университета Воробьевым и четырьмя носильщиками — жителями местных аулов. Все путешествие длилось 12 дней. За это время он проехал на лошадях 325 верст, прошел пешком 36 верст. Путь по склонам Эльбруса составлял около пяти верст. При этом подъеме ученый уточнил топографическую съемку восточной вершины вулкана. Итак, были засняты оба конуса, собраны фотографические и другие материалы.

23 сентября 1899 года Андрей Васильевич Пастухов умер. Перед смертью он сказал своему другу Киселеву: «Если я умру, похороните меня на вершине Машука, да так, чтобы все горы на виду были...»

Просьбу А. В. Пастухова друзья выполнили. Почти на самой вершине горы Машук стоит обелиск. В летние дни его жжет знойное солнце и овевают буйные ветры, зимой окутывают липкие туманы и покрывает тяжелый гололед. Сквозь изумрудный налет лишайников на южной грани монолита читаем надпись: «Военный топограф Андрей Васильевич Пастухов. 1860—1899», на восточной — «Казбек 1889, Эльбрус 1890, Арарат 1893», а на западной — «От корпуса военных топографов и родных».

Андрей Васильевич Пастухов был не только отличным топографом, смелым и неутомимым исследователем. Его по праву считают и начинателем русского альпинизма. Отмечая заслуги А. В. Пастухова, Комитет по делам физкультуры и спорта СССР засвидетельствовал: «Пастухов как альпинист первый поднялся на западную вер-

шину Эльбруса, на Казбек с ледника Майли, на Зыкой-Хох с юга, на Холец, Сау-Хох с северо-востока и Шах-Даг с долины того же названия».

Путешественник, топограф, неутомимый исследователь, альпинист и краевед, А. В. Пастухов заслуживает глубокого уважения и всеобщего признания. Следуя его примеру, сотни туристов, топографов, геологов и альпинистов, оснащенных первоклассным снаряжением и приборами, идут по живописным горным тропам Кавказа, поднимаются по ледяным и снежным склонам гор-великанов. Они узнают много нового и полезного и тем самым продолжают славные традиции людей первой тропы.

В 1974 году группа альпинистов «Спартак», получив задание найти следы маршрута А. В. Пастухова, совершила восхождение на вершину Казбек.

«...Наша группа из шести человек прошла маршрутом Пастухова,— рассказал руководитель похода пятигорский мастер спорта по альпинизму И. Даминианиди.— Метеоусловия были весьма неблагоприятные. Подъем занял 18 часов. Можно понять, каких сил потребовал этот путь от Пастухова А. В., который отправлялся на вершину вдвоем со старым проводником-осетином Цараховым. К сожалению, нам не удалось пока обнаружить остатки метеоприборов, установленных здесь в свое время Пастуховым. Но мы еще вернемся на Казбек и продолжим поиски»¹.

Исследователь Уссурийской тайги

Сын петербургского железнодорожного кассира Володи Арсеньев с детства мечтал стать путешественником. Развитию этого стремления во многом способствовало то, что курс географии Азии в Пехотном училище он изучал

¹ Даминианиди И. По маршруту Пастухова А. В.

под руководством известного путешественника и исследователя Средней Азии М. Е. Грумм-Гржимайло, который увлекательно рассказывал о дальних краях, ознакомил юношу с трудами Пржевальского, Потанина и других видных путешественников и ученых. После окончания училища Владимир Клавдиевич Арсеньев в 1899 году прибыл на Дальний Восток. Командир полка заметил, что новый офицер любит бродить по сопкам с ружьем в руках, и назначил его начальником охотничьей команды из добровольцев-стрелков. Арсеньев делал трудные переходы, изучал дороги и тропы. В этих небольших путешествиях-разведках закалялся характер будущего первооткрывателя. В то время Дальний Восток с его богатой, величественной природой и разнообразным населением был мало изучен. Только начал строиться Владивосток. Вокруг шумела девственная тайга. Топограф по специальности, В. К. Арсеньев во время путешествий составлял карты маршрутов, наносил на них направления горных хребтов, малоизвестные извилистые реки, очертания морских берегов, а также определял высоты горных вершин и перевалов. Кропотливая работа не мешала ему видеть красоту местности, наблюдать жизнь зверей, исследовать тайны природы. Многие маршруты проходили по местам, где бывали только местные охотники и искатели жень-шеня. В одном из походов 1902 года у истоков реки Лефу В. К. Арсеньев встретился с гольдом (нанайцем) Дерсу Узала, ставшим впоследствии его спутником в экспедициях. Замечательный охотник-следопыт Дерсу Узала раскрывал Арсеньеву тайны Уссурийской тайги, знакомил с повадками животных, бытом, обычаями и верованиями коренных жителей края. Он не раз спасал путешественника от смертельной опасности. Для отряда Дерсу был находкой. По брошенной стоптанной обуви он определял возраст ее владельца: молодой ступает на носок, старик

Разговор у костра (верховье р. Чары) <

протаптывает пятаку. По сломанным сучьям мог составить целый рассказ: когда, куда и в каком настроении следовал путник. Его помощники — гуси и утки — предсказывали приближение бури раньше, чем барометр. Ведь птицам надо было успеть укрыться, от этого зависела их жизнь. И не случайно ворона садится на сук клювом против ветра, а чтобы ей не задувало под перья. Но какой нужно было иметь зоркий глаз, чтобы в зеленом сумраке леса заметить, куда у птицы повернут клюв! Быть нужным, помогать людям — вот что служило компасом для не знавшего зависти и корысти преданного сердца Дерсу.

Арсеньев прошел суровую школу путешественника. В его жизни было много запомнившихся эпизодов, но самым потрясающим из сибирского периода была голодовка на реке Хуту, подробно описанная им в книге «В горах Сихотэ-Алиня». Впечатляет рассказ о записке, которая должна была известить о гибели отряда: «На берегу рос старый тополь. Я оголил его от коры и на самом видном месте вырезал стрелку, указывающую на дупло, а в дупло вложил записную книжку, в которую записал все наши имена, фамилии и адреса. Теперь все было сделано. Мы приготовились умирать».

В дневнике есть запись: «Кто знает будущее!? На всякий случай я решил разобрать и перенумеровать свои съемки и вообще привести в порядок и систему все свои работы, чтобы потом (мало ли что случится) кто-нибудь другой и без моей помощи мог в них разобраться»¹. В этих кратких и сжатых строках отразилось все

¹ Арсеньев В. К. Жизнь и приключения в тайге. М., Изд-во географической литературы, 1957, с. 31.

величие научного подвига В. К. Арсеньева, его духовно-го благородства и любви к Родине.

По следам В. К. Арсеньева пошли топографы и геодезисты, которые составили точные карты Дальнего Востока, в недрах горного хребта Сихотэ-Алиня открыты ценные полезные ископаемые. В 1927 году В. К. Арсеньев возглавил большую экспедицию, которая прошла от Советской Гавани до Хабаровска (она описана в его книге «Сквозь тайгу»), был на острове Ионы в Охотском море. На Командорских островах местные жители — алеуты передали ему шпагу Витуса Бeringa с выгравированными инициалами великого первооткрывателя.

На Камчатке Арсеньев одним из первых спустился в кратер Авачинского вулкана. Вместе с эвенками прошел зимой по безлюдной тундре и потом рассказал об удивительном умении своих спутников находить дорогу среди снежных пустынь.

Ученый готовил еще четыре экспедиции по Приморью. Но осуществлены они были уже без него. 4 сентября 1930 года Арсеньев умер от воспаления легких.

Его книги «По Уссурийскому краю», «Дерсу Узала», «Сквозь тайгу» и другие, написанные на высоком научном уровне, покоряют нсувядающей поэзией жизни. Ими восхищались и выдающийся писатель Максим Горький, и знаменитые полярные исследователи Фритьоф Нансен и Свен Гедин.

Читая произведения великого путешественника, мы слышим грохот океанского прибоя, клочотание воды в реках, запруженных рыбьими косяками, шум дремучей тайги, крики перелетных птичьих стай, чьими силуэтами, словно гигантской паутиной, заштрихован горизонт в осенние дни. И хочется птицей сорваться с места и лететь туда, где север соседствует с югом, на сказочно прекрасный Дальний Восток, хоть раз увидеть символ дружбы — скалу Арсеньева (на этом месте ученый встретился с гольдом Дерсу).

10 сентября 1972 года наша страна и все прогрессивное человечество отметили столетие со дня рождения Владимира Клавдиевича Арсеньева — выдающегося русского путешественника, топографа-следопыта, ученого, писателя. Многие изменилось за сто лет. Там, где были еле заметные лесные тропы, проложены шоссе. В некогда глухой тайге выросли заводы, города. Ороши, удэгейцы теперь не скитальцы, а полноправные члены нашего социалистического общества. «Через 10 лет, а может быть, через пятьдесят, где-то здесь завод поставят, город вырастет, поезда побегут» — эти слова путешественника выбиты на обелиске при въезде в большой светлый город Арсеньев. В уютной долине, окаймленной синим Сихотэ-Алинем, на месте деревеньки Семеновка появились корпуса машиностроительных предприятий, квартальная ветка к Транссибирской магистрали. И там, где путешествовал В. К. Арсеньев, только за минувшую пятилетку появилось 150 крупных промышленных объектов.

Если пройти сегодня по арсеньевским тропам, то перед взором откроется край, преображенный трудом и волей советских людей.

Светлый образ труженика и писателя

Читали ли вы книги: «Мы идем по Восточному Саяну», «В тисках Джугдыра», «Тропюю испытаний», «Смерть меня подождет», «Злой дух Ямбуя», «Последний костер»? А что знаете об их авторе — Григории Анисимовиче Федосееве?

Инженер-геодезист по образованию, неутомимый путешественник, Г. А. Федосеев образно и правдиво рассказывает о труде и подвигах землепроходцев наших дней, о своих товарищах и соратниках, которые прокладывали первые тропы в будущее, ежедневно преодоле-

вали препятствия, создаваемые суровой природой малообжитых районов. Благодаря этим книгам миллионы читателей узнали о нелегкой, но всегда нужной людям профессии геодезиста.

«Работа в экспедиции,— пишет Г. А. Федосеев,— вообще тяжелый труд. Человек, отправляющийся в далекое путешествие, должен знать многое и уметь многое делать, чтобы обойтись без посторонней помощи. Непросто спастись ночью от мокреца, починить обувь, разобраться в следах своего каравана, сохранить горячий уголь на сутки, разыскать брод через бурную реку или сделать кладки через нее, определить без компаса север в пасмурный день, поймать рыбу, оседлать лошадь, содрать с дерева кору и соорудить из нее балаган, заснуть у костра, найти воду, испечь лепешки...»¹.

Федосеев с детства горячо полюбил природу, чему, безусловно, немало способствовали яркие, живописные пейзажи Северного Кавказа, где он родился и вырос.

Едва научившись ходить, он карабкался по скалам. Стал постарше, пробирался в темные пещеры, глубокие ущелья. Двенадцати лет ухитрился подняться на Аксуский ледник.

Уже в эти ранние годы он работал, чтобы иметь возможность платить за обучение в Баталпашинской (ныне г. Черкесск) гимназии, так как одинокая мать с двумя детьми на руках едва зарабатывала на пропитание. Дети пробивали путь в жизни самостоятельно.

Окончив Краснодарский политехнический институт, Федосеев некоторое время работает в системе Гипрогора на городских съемках, а затем в Главном управлении геодезии и картографии, где окончательно формируется как высококвалифицированный инженер-геодезист. Его рабочую биографию легко представить по маршрутам

¹ Федосеев Г. Мы идем по Восточному Саяну. Новосибирск, 1951, с. 168,

экспедиций, участником которых или непосредственным руководителем был Григорий Анисимович.

1930 год. Работа за Полярным кругом, в Хибинской тундре. Делали первую карту апатитового месторождения. Жили в палатках на берегу шумной речки Кукисвумчорр. Теперь там раскинулись просторные улицы города Кировска.

Апрель 1931 года. Далекая Муганская степь Азербайджана.

1932 год. Геотопографические работы в Цхалтубо Грузинской ССР.

1933 год. Съёмочные работы по созданию карты Ткварчельского каменноугольного месторождения в Абхазии.

1934 год. Работа в Забайкалье.

1938 год. Саянская экспедиция. Цель ее: проникнуть вглубь Восточного Саяна, во многих районах которого еще не ступала нога человека, и подготовить геодезическую основу для создания точной топографической карты.

1947—1948 годы. Геодезические работы в Тувинской АССР.

1949—1954 годы. Топографическая съёмка и создание карты обширной территории, прилежащей к Охотскому морю.

На протяжении более чем тридцати лет трудовой деятельности Григорий Анисимович вел дневники, которые послужили основой для его литературных произведений. «Книги бывают разные,— отмечает Мариэтта Шагинян в предисловии к повести Федосеева «Смерть меня подождет».— Одни подобны окнам, сквозь стекла которых (светлые или мутные) читатель лишь наблюдает людей и природу, какими их описывает автор. Другие — словно раскрытые двери, и вы сразу, с первой страницы, входите в них... Я раскрыла его книгу «Тропою испытаний», стоя у письменного стола, с намерени-

ем только посмотреть, полистать. Но... пахнуло ледяной свежестью, снежным бураном на маленькой станции, кинулись навстречу собаки Кучум и Бойка, заскрипели полозья под грузом экспедиции, все задвигалось, ожило, потянулось вперед,—и я, потянувшись вместе с ними в мир настоящих, захватывающих приключений, так и осталась стоять у стола, погруженная с головой в книгу».

29 июня 1968 года Григория Анисимовича не стало. На перевале Иден, близ пика Грандиозного (Восточный Саян), высота которого 2922 м над уровнем моря, над студеным и прозрачным горным озерком, где когда-то горел бивуачный костер и лепилась палатка геодезистов, ныне стоит памятник писателю. Через три десятка лет вернулся к горам Григорий Анисимович Федосеев, но теперь уже навечно...

Памятник имеет вид геодезического тура из алюминия со сплава на восьмигранном цементно-каменном основании. Обелиск виден далеко вокруг. Он служит и топографическим знаком, и ориентиром для горных путников. В нем замурована урна с прахом Г. А. Федосеева, привезенная из Москвы. На одной из металлических плит пьедестала даты рождения и смерти певца этих суровых и величавых вершин и его барельеф. На другой — мужественные и сильные своей жизненной убежденностью слова Г. А. Федосеева: «В борьбе за покорение природы еще много придется пережить горестных минут тем, кому суждено вступить с нею в единоборство. Но что значат трудности, если путь наш идет к коммунизму, к светлой жизни человечества!»

Всей своей жизнью и творчеством Григорий Анисимович Федосеев боролся за высокие идеалы, учил мужеству, правдивости, искренности, преданности Родине. Слова «Борись, и после смерти борись!» — взяты эпиграфом к первой публикации его повести «Последний костер». Эти и другие книги получили широкое признание читателей и полюбились всем, кто хоть немного

в душе романтик. В них необычайно живо, правдиво запечатлен труд геодезистов и топографов, штурмовавших неизведанные «белые пятна».

В память о советском инженер-геодезисте, писателе Г. А. Федосееве, посвятившем более четверти века картографированию территории нашей страны, постановлением Совета Министров РСФСР водораздел рек Иден и Малая Кишта в горной системе Восточных Саян назван перевалом Федосеева. Так появилось еще одно новое географическое название. Памятник ученому, сооруженный на перевале, всегда будет указывать путь тем, кто «тропкой Федосеева» отправится в поход за новыми знаниями и открытиями.

С думой о будущем

В специальных словарях написано: «Гидрография — раздел гидрологии¹ суши, занимающийся изучением и описанием конкретных водных объектов (рек, озер, болот) с характеристикой их происхождения, положения, размера, режима и местных условий». Одной из задач гидрографии является также съемка и нанесение на карту водных объектов, составление их описаний типа лоций². Гидрографы, как и топографы-геодезисты, первыми исследуют объекты, составляют их подробные планы, изучают их режим, скорости течений, состав воды, животный и растительный мир водного объекта, его экономическое значение и пр.

Недавно в Государственном архиве Алтайского края обнаружили большую черную папку, а в ней — прекрас-

¹ Гидрология — наука о водах на поверхности земного шара.

² Лоция — навигационное пособие, содержащее описание физико-географических особенностей определенного водного объекта, его части или воздушной трассы.

но сохранившийся полный план реки Бии, состоящий из 92 листов. На каждом из них подпись: «С подлинным верно. Заведующий партией, техник путей сообщ. Вяч. Шишков». Летние изыскания 1909—1910 годов охватывают расстояние 265 верст.

Не надо быть специалистом, чтобы оценить огромный объем работы, выполненной за сравнительно небольшой срок. На плане нанесены глубины реки с интервалами в один аршин, фарватер, скорость течения, протоки, перекосы, пороги и даже отдельные камни, которые могут помешать судоходству. С такими же подробностями обозначены в прибрежной полосе шириною от одного до полутора километров отдельные дома, заимки, дороги, луга, леса.

Нельзя не восхищаться и качеством чертежных работ, выполненных на кальке. Радужное многообразие тонов и оттенков, чистота и свежесть красок!

Партия В. Я. Шишкова работала в тяжелых, а порой и опасных условиях. На листе № 6 у Пыжинского порога надпись: «Скорость течения 27,6 верст в час. Глубины воды над камнями в порогах не измерялись ввиду большой скорости течения и высокого стояния воды». Работа в Сибири была для Вячеслава Яковлевича суровой жизненной школой, но она научила мудрости, привила любовь к честным простым людям, взрастила в нем характер художника, мастера слова. В своих произведениях писатель бесстрашно и беспощадно обнажал язвы дремотного, полуживотного, темного «таежного» быта старой сибирской деревни. Одним из крупнейших произведений советской литературы о массовых народно-освободительных движениях по праву считается роман Шишкова «Емельян Пугачев». Фильмы, поставленные по его произведениям, пользуются большой популярностью у современного зрителя.

ИЗЫСКАТЕЛИ

На благо людям

Первоклассная, безукоризненно чистая, широкая и ровная автомагистраль Ялта-Севастополь пролегла по местам, исхоженным талантливым инженером-путейцем, строителем многих железных дорог Николаем Георгиевичем Гариным-Михайловским. Во время проектирования ныне действующей автомобильной трассы ее создатели использовали пометки и вешки, установленные еще экспедицией Гарина-Михайловского. Тогда, в далеком 1903-м, Министерство путей сообщения поручило молодому инженеру возглавить изыскательскую экспедицию для проверки расчетов по сооружению железной дороги Ялта—Бахчисарай через Ай-Петри и оценить другие возможные направления: Симферополь — Алушта — Ялта, Севастополь — Ялта — Симферополь и Ялта-станция — Сюрень — Бахчисарай — Симферополь.

Уже в те годы Гарин-Михайловский заботился о чистоте целебного южнобережного воздуха, об эстетике архитектурного оформления станций. Их проекты с вокзалами то в виде восточного шатра, то в средневековом готическом стиле были разработаны талантливым художником Н. З. Пановым. На всем протяжении дороги предполагалось украсить гротами, водопадами, арками. Полушутя-полусерьезно Николай Георгиевич говорил, что крымская магистраль будет ему лучшим посмертным памятником и стремился, чтобы все в ней было рациона-

льно, экономично. Недаром через десятилетия, любясь станциями Московского метрополитена, А. И. Куприн вспомнил сказочную красоту этих проектов.

Экспедиция проработала 8 месяцев. Было предложено 84 варианта проекта, 22 из них содержали подробнейшие расчеты «по крайнему пределу экономии»¹. В феврале 1904 года планировалось приступить к строительным работам. Но в январе началась война с Японией. Гарин-Михайловский уехал на Дальний Восток для участия в строительстве железной дороги. В это же время он работал военным корреспондентом. В ноябре 1906 года его жизнь внезапно оборвалась.

¹ См.: Афанасьев Л. Инженер, писатель, журналист.—Советский Крым, 1977, 18 февр.

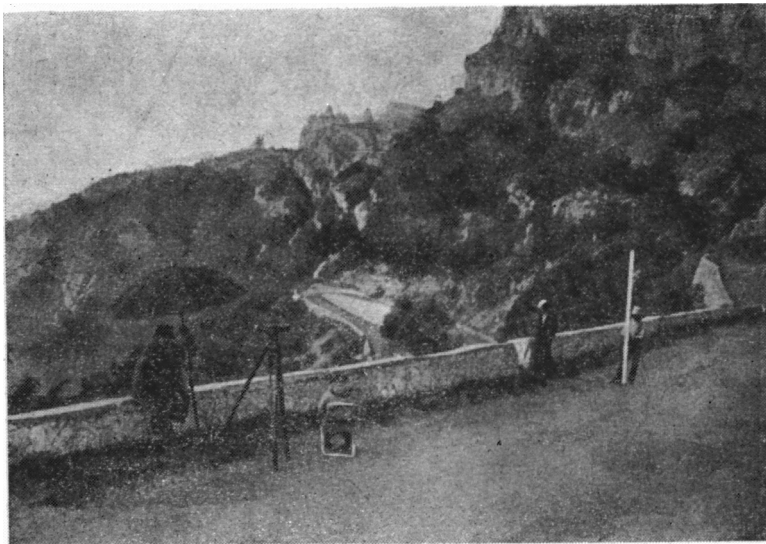


Рис. 2. На крымском геодинамическом полигоне. Нивелирование

Прошло время. Расцвела наша земля. Спокойно плещутся о берег черноморские волны, омывая скалу, на которой установлен барельеф Н. Г. Гарина-Михайловского. Из смотровой площадки на автотрассе Ялта — Симферополь открывается великолепный вид на бухту Ласки и долину с заповедной сосновой рощей. Эти места, близкие сердцу Гарина-Михайловского, чудесно описаны в его увлекательных произведениях о наших соотечественниках — изыскателях железнодорожных трасс: «Студенты», «Инженеры», «Гимназисты». Прочти их, юный читатель, герои этих книг достойны памяти и nasledования.

Герои среди нас

Много теплых слов сказано об изыскателях различных специальностей, которые своим трудом совершали и совершают подвиги во имя процветания Советской Отчизны. Интересны и поучительны книга Н. И. Кутузова «Записки изыскателя» (М., Молодая гвардия, 1957), в которой рассказывается о работе дорожно-изыскательской экспедиции 1933—1937 годов в малоизученном колымском крае (теперь Магаданская область), повесть «Навстречу жизни» А. Л. Коптелова (Советский писатель, 1961) и многие другие.

Сибиряки бережно хранят светлую память о подвиге трех изыскателей-геодезистов — Александре Кошурникове, Алексее Журавлеве, Константине Стофато. Суровой осенью 1942 года они отправились на разведку трассы самого трудного участка Южно-Сибирской магистрали. Впереди простиралась дремучая тайга, неприступные скалы и порожистые реки, стремительно текущие с Восточного Саяна. Необычайно рано выпал глубокий снег... Но участники экспедиции настойчиво двигались вперед, прокладывая линию трассы будущей железной дороги.

Александр Кошурников вел дневник наблюдений до тех пор, пока карандаш не выпал из обмороженных рук. Об этом свидетельствует последняя запись, сделанная им 3 ноября:

«Вторник. Пишу, вероятно, в последний раз. Замерзаю. Вчера, 2 ноября, произошла катастрофа — погибли Костя и Алеша. Плот задернуло под лед, и Костя сразу ушел вместе с плотом. Алеша выскочил на лед и полз метров 25 по льду с водой. К берегу пробиться я ему помог, но из воды вытащить не удалось. Он зачоченел. Иду пешком. Очень тяжело. Вероятно, сегодня замерзну».

Так на берегу горной реки Казыр отдали свои жизни три славных сына нашей Родины. Но их подвиг живет в трудовых делах молодых строителей.

Именами героев названы три станции на новой дороге Абакан — Тайшет.

В Сибирском государственном проектно-изыскательном институте транспортного строительства, где работали Кошурников, Журавлев и Стофато, создана комната-музей тружеников-героев. Писатель Владимир Чивилихин написал о них документальную повесть «Серебряные рельсы». Овеянная романтикой дальних дорог и героической борьбы с трудностями, повесть зовет молодежь к новым свершениям.

О мужестве, стойкости и преданности делу людей, прокладывающих первые тропы, рассказывает в своей книге «Дорогами тайги» А. А. Побожий (Молодая гвардия, 1974). Интересна и поучительна биография этого человека. Александр Алексеевич Побожий родился в селе Крутихе на Алтае, в семье крестьянина. В 1931 году ученик Новосибирского землеустроительного техникума Саша Побожий во время летней практики познакомился с изыскателями трассы железной дороги. Благодаря этой встрече юноша стал геодезистом-изыскателем. Позже ему, начальнику экспедиции Московского государственного института по проектированию железных

дорог, было поручено обследовать трассу к району Тюмень-Сургут, где тогда еще только начинались работы по добыче нефти и газа. «Он уже сорок лет на тропе изыскателей... Телосложения могучего, на лице его прочно обосновалась добродушная улыбка человека, которого не так-то легко обидеть... От берегов Тихого океана до Балтики, от барханных пустынь Монголии до вечных льдов Полярного Урала — почти всюду, где мы строили или будем строить железные дороги, знают и помнят старого изыскателя. Он всегда приходил один из первых, и везде вслед за его появлением начиналась большая стройка, менялся уклад жизни района, а то и целого края» — так писала о нем газета «Правда» 18 января 1972 года.

Из дальних краев приезжал А. А. Побожий в Москву на строительство первой очереди метро. В 1942 году во время боев на Волге он был вызван для прокладки рокадной дороги от Сталинграда в Саратов. После Великой Отечественной войны исследовал трассу запланированной дороги Салехард — Игарка. Перечень мест, где трудился А. А. Побожий, перекликается с названиями советских новостроек. Ныне Александр Алексеевич со своими старыми испытанными друзьями трудится на стройке века — БАМе.

В этой книге нельзя не вспомнить и о тех, кто первым поднимал из развалин Севастополь, с теодолитами и нивелирами, с рейками и рулетками шел по его дышащих зноем или обжигающих холодным морским ветром окраинам, забивая опорные колышки будущих авто-трасс, улиц и скверов.

Первую «строчку» посадок Учкеевского лесопарка у самого моря «прошнуровал» теодолитом Иван Евтихievич Панасюк. Он же определил положение будущих улицы Горпищенко и проспекта Гагарина, «посадил» многие жилые дома, здания детских садов, школ в этих микрорайонах и пригородном поселке Хмельницком. Его руками «разбивались» школа-интернат в Учкеевке, «сажа-

лись» дома в Бартеньевке и Камышевой Бухте. В январе 1962 года И. Панасюк и С. Кукушкин определили теодолитные направления лесопарка на Куликовом поле, где пролегла одна из красивейших улиц Севастополя — Острякова. В декабре 1966 года была определена ось будущей троллейбусной трассы в поселок рыбаков — Камышевую Бухту. А в октябре 1967 года появился первый колышек в будущем микрорайоне Воронцовой горы, потом в Балаклаве, Инкермане, пригородных совхозах «Золотая балка», «Севастопольский», «Качинский», «Садовод», «Красный Октябрь», имени Софьи Перовской, Полины Осипенко. Там теперь построены жилые дома, школы, корпуса производственных помещений.

Неизгладимый, вечный след на земле оставляют первопроходцы.

Романтика дальних дорог

Геодезисты-топографы взбираются на неприступные кручи, преодолевают непроходимые болота, идут по первопутку. Профессия геодезиста-топографа богата романтикой, так как она прежде всего связана с путешествиями. Притягательная сила путешествий в романтике. Тут все, что любо и дорого вашему сердцу: ночной костер, переправа через бурную речку, сон под открытым небом. Романтика заставляет людей отказываться от спокойной обыденной жизни с комфортом и забираться в далекие необжитые края. Даже туристский поход — не увеселительная прогулка. Отправляясь в путешествие, надо много знать и уметь, не бояться трудностей, быть осмотрительным и находчивым.

Однажды экспедиционный отряд топографов, работая в районе таежной речки Береи под Иркутском, отправился на съемку. В палатке осталось двое. Вдруг послышалось громкое сопенье. Из-за полога показалась голова огромного медведя. Карабин стоял в дальнем углу. Тогда один из находившихся в палатке людей осторожно

протянул руку к радиоприемнику и включил его на полную мощность. Грянула музыка — испуганный зверь бросился наутек...

А бывает так. На юге Туркмении, в густой зелени межгорной долины расположилась небольшая геолого-разведывательная партия. Однажды днем в палатке находилась одна из изыскателей. Сидя за маленьким походным столиком, она склонилась над бумагами и не заметила, как в палатку неслышно заползла змея. Девушка не знала повадок этих грозных присмыкающихся и не только не испугалась, а даже обрадовалась. «Вот,— подумала она, вскакивая на ноги и поспешно хватая с полки фотоаппарат,— для моего альбома пополнение. То-то станут все завидовать: ведь не каждому удастся сфотографировать подобное у себя в жилище...» Спокойно навела фотообъектив на «гостью». Змея зачем-то поднялась на свой вороненный хвост, но резкая вспышка магния ее испугала. Змея круто шарахнулась к выходу и исчезла в зарослях. Когда пленку проявили, все ужаснулись: в кадре была кобра, готовящаяся к смертельному прыжку...

Люди, по-настоящему любящие природу, бережно к ней относятся и учат этому других. Однажды на отдыхе при подъеме на гору Арагац один из казаков А. В. Пастухова убил из ружья сорокопута. На убитую птицу казак даже не взглянул, но похвастался перед товарищами: «Видали, как я его враз на мушку посадил?» Пастухов очень рассердился, и если бы тот искренне не признал своей вины, то был бы отправлен в казачью часть. «Запомните, братцы,— успокоившись, сказал Андрей Васильевич,— попусту убивать птиц, животных, портить деревья — все это не делает чести человеку»...

Верные спутники в работе геодезистов и топографов — дружба и юмор. Особенно они необходимы в маленьком коллективе, по долгу службы находящемся далеко от дома,

От аэроснимка к карте

Непосредственному составлению топографической карты предшествует большая подготовительная работа. Она включает и аэрофотосъемку местности специальными фотоаппаратами.

Откуда же берет начало аэрофотография? Пионером создания аэрофотоснимков был близкий друг писателя-фантаста Жюль Верна — Феликс Турнашон, известный под именем Надари. В 1858 году он впервые в мире сделал снимок Парижа с аэростата.

Теперь аэрофотосъемка занимает ведущее место в топографии. Во время съемки фотопленка запечатлевает все детали земной поверхности с точностью, недоступной самому зоркому наблюдателю.

Опознавание изображенной на снимке местности называется дешифрированием. Как и аэрофотосъемку, его выполняют топографы. Работа эта требует больших навыков. Опытный специалист легко определит брод по подходящим к берегам реки дорогам, возвышенности — по четкой тени, распознает перекрестки дорог, отдельно растущие деревья и другие выделяющиеся предметы.

В глухой тайге ориентиров мало. Поэтому там вырубают квадратные или треугольные участки леса. В пустынной местности, где опознавательных точек нет, из камней, груд песка и глины выкладывают круг или крест, а в центре в виде шалаша или небольшой вехи ставят ориентиры. Называют их маркирами. Эти точки — исходные при составлении карт по аэрофотоснимкам. Топографы-маркировщики отправляются на задание, как правило, небольшими бригадами.

Вот что рассказал один из членов такой бригады.

«Когда тайга начинает редеть, на пути оказывается проклятая «дыреватка», по которой идти одно мучение.

Переправа через р. Ансат»
(Забайкалье)

Мох покрывает камни, маскирует щели между острыми гранями валунов. Идешь, как слепой, — шупаешь землю посошком. Провалилась палка — значит бери правее или левее. Вот и шарахаешься из стороны в сторону. К вечеру оглянешься назад — вроде на том же месте стоишь, где утром был. Но дыреватка на тайге — это еще городской асфальт, по крайней мере сухой идешь. То ли дело болото. А в этот день пришлось разбивать маркир.

...Да вот задача — что поставить в качестве ориентира. Срубить или приволочь дерево? Разве оно устоит в трясине: засосет его болото через неделю с сучками. А что, если по кочкам крест выложить из белого камня? Дело! До сопки не более трехсот метров. Ее хоть всю по камушкам разбирай. Решили освободить от барахла рюкзаки и растаскивать сопку полегоньку. Каждый руками нагребал в свой рюкзак пуда по два белых камней и тащил по зыбкой трясине на середину болота. Работа шла споро, с шутками да с подначками...

...Драматическое происшествие случилось под вечер, когда работа уже подходила к концу. Провалился в трясину Коля Панченко. Ребята сначала ничего не заметили, а Колька, выбиваясь из сил, молча пытался высвободиться из цепкой топи. Парень подал голос только тогда, когда хлипкая жижа дошла ему до пояса. Бросив рюкзаки, товарищи кинулись на выручку. Вытащить Кольку было дело двух-трех минут. Но болото в виде дани за освобождение оставило себе его сапоги. Вот это уже настоящая трагедия! Идти босиком через тайгу просто невыносимо! Вечером у костра только и разговоров было, что о сапогах. Панченко ругал своих спасителей:

— Я кричу «стой», а они тянут как угорелые. Вот и вытянули одного меня.

— Добро бы головой попал в трясину, не случилось бы неприятности, — сказал Александр Подшивалин.

Шутки шутками, а обуви у парня нет.

← Привал (в предгорьях Удохана)

— Придется жертвовать голенищами наших сапог,— предложил выход Женя Лебедев.— Сделаем из кирзы Кольке боты, и пусть топает. Смутные познания в сапожном деле позволили ребятам смастерить общими силами некую обувь. Ни на что носимое ранее человечеством оно, конечно, похоже не было. И все же нарекли эту обувь «калошами». Калош хватило ровно на один переход. Вернее, длина каждого перехода измерялась теперь крепостью обуви Панчейко. Ребята так определяли: «До реки осталось идти две пары калош». Как только из протертой кирзы показывались Колькины пятки или пальцы, бригада делала привал и открывала сапожную мастерскую. Так продолжалось дней восемь, пока дошли до ближайшего лабаза, где получили новенькие резиновые сапоги». А позади восьмидневного пути на болоте остался белый каменный крест — маркир...

Именно то, что остается,— результат труда и поисков — влечет в путь неутомимых романтиков, людей творческих, самоотверженных, преодолевающих трудности и умеющих их побеждать. В делах будничных они находят светлую радость и высокий смысл своего существования.

Топография и гидротехника

В наш век строятся гигантские гидротехнические сооружения. При их проектировании очень важно правильно выбрать место створа для плотины, определить границы зоны затопления. Предположим, изыскатели наметили перекрыть реку Голубую (рис. 3) плотиной высотой 5,5 м в точке С. Когда она будет построена, уровень воды поднимется, образуется зона затопления и, как следствие,— искусственное водохранилище (пруд). Первый этап изыскательной работы — составление подробного плана или карты местности в заданном масштабе. Второй этап — разработка проекта. Специалисты, проектирующие сооружение плотины, прежде всего должны

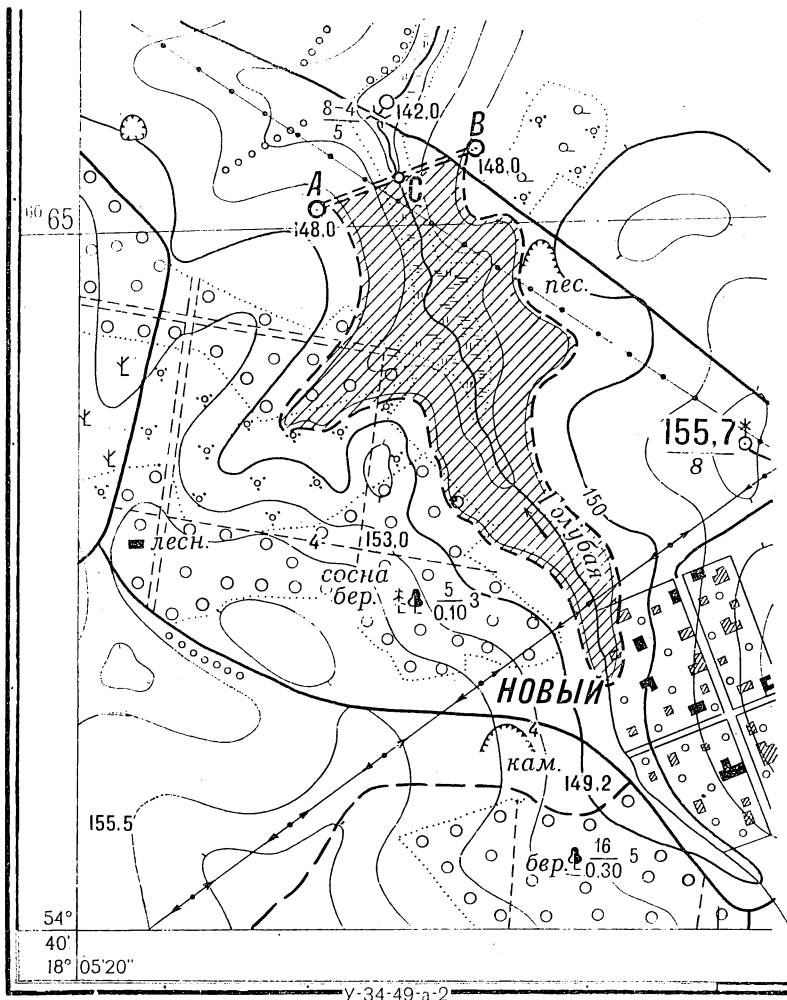


Рис. 3. Топографическая карта

определить границу зоны затопления и площадь водохранилища. Плотина, предположим, будет проходить через намеченную точку *С* перпендикулярно к течению реки. Начало и конец ее (точки *А* и *В*) отмечают на карте по их абсолютным высотам. Плотина поверху имеет горизонтальное проложение и поэтому абсолютные высоты всех точек, расположенных на ней, в том числе точек *А* и *В*, будут одинаковы. Отметка их определяется как сумма абсолютной высоты уреза воды в точке *С* — 142,5 м и относительной высоты плотины 5,5 м. В нашем примере она равна 148,0 м ($142,5 + 5,5$). Значит, точки начала и конца плотины находятся между горизонталями с отметками 147,5 и 150,0. Предположив, что максимальный подъем воды может быть ниже уровня плотины на 0,5 м, отметка уреза воды водохранилища равна 147,5 м. Проведем на карте от контура плотины вспомогательную горизонталь, соответствующую полученной отметке 148,0. Она пройдет между горизонталями 147,5 и 150,0 м, ближе к первой. Ведь ошибка в определении проектных точек в плоскости в метрах (а по высоте в сантиметрах) приведет к расширению зоны затопления на десятки и более квадратных километров, в стесненных берегах — к повышению уровня воды на метры от проектного, что потребует увеличить высоту плотины, а это сотни и тысячи дополнительных кубометров бетона!

Енисей — великая сибирская река. По ее отвесным, труднопроходимым берегам прокладывали тропы изыскатели, определяя границу будущего водохранилища. Где-то глубоко внизу сиял голубизной лед, а они поднимались все выше, скользили по осыпям, пробирались сквозь тайгу, чтобы помочь проектировщикам точно определить створ гидростанции.

Так начиналось строительство Саяно-Шушенской ГЭС, ударной комсомольской стройки, ставшей сердцем Саянского комплекса.

Без компаса и карты

Советская власть, поставив изыскательские работы на службу социалистическому строительству, вооружила геодезистов и топографов точнейшими инструментами и приборами (радиомаяки, радиокомпасы, механические путеукладчики и др.); экспедиции обеспечиваются автомашинами, вездеходами, катерами, самолетами и вертолетами. Но и сейчас для специалиста очень важно уметь ориентироваться на местности, читать книгу природы и знать особенности края, где он работает.

«Практикант-студент Московского госуниверситета географ С. долго кружил в лесотундре в районе притоков Печоры — рек Лая и Юр-Яга — и только к вечеру седьмого дня; еле волоча ноги, набрел на старую Печорскую воргу¹. Оглядевшись, он заметил впереди высокую, обтесанную со всех сторон до густой курчавой верхушки, ель.

Одна-одинешенька торчала над своими приземистыми соседками и манила пушистой верхушкой. Такие ели, обтесанные оленеводами, указывают направление оленьих ворг и охотничьих троп, которые ведут к местам переправы на реках.

Заболоченная равнина заметно понижалась к югу, стало значительно суше. По ворге идти было легче и студент понял, что спускается к долине... Вскоре ворга привела блудившего путника к знакомой и долгожданной Юр-Яге»².

¹ *Ворга (верга)* — оленья тропа или дорога, по которой оленеводы совершают переезды и перегоняют стада с одного пастбища на другое: от взморья к Печоре (осенью) и обратно (весной).

² Иванов С. Без дорог. М., Географгиз, 1958, с. 31.

А вот случай, о котором рассказала «Комсомольская правда» (1964, 4 янв.).

«...Надо было идти отмерять лесосеки. На лесопункте «Высокогорном» сказали: «Пойдут Реште и Павлов». Реште — это она, Раиса. Пошли двое. Первое время перекликались. Но вот девушка крикнула — ответа не последовало. Раиса кричала, пока голос не стал хриплым. Потом она пошла. Сколько дней шла, не помнила. Как в тумане, плыли, плыли деревья. Нигде следов человека. На пути встретилась горная речушка. Перешла ее вброд. Ледяная вода обожгла и вернула способность ощущать. И тогда Раиса увидела, что от ее сапог и одежды остались одни клочья.

Потом над ней застрекотал вертолет. Он пролетел не очень высоко. Раиса махала руками, кричала, долго бежала вслед. Вертолет улетел — не заметил. Раиса не знала, что это ищут ее, что товарищи с лесопункта «Высокогорный», разбившись на отряды, уже который день прочесывают тайгу. Потеряли надежду найти ее живой, но все-таки ищут.

Встретилась еще одна речка. На берегу охотничий шалаш. В нем соль, спички и запас дров. Девушка развела костер и впервые за много дней согрелась. Потом лизала соль, и это казалось очень вкусно.

От речки Раиса больше не уходила. Поняла, что бесполезно, да и сил уже не было... И тогда она впервые подумала, что может и не выбраться из тайги. Небо над ней было низким и хмурым, в воде отражались деревья. Пахло прелыми листьями, и не хотелось умирать в 28 лет.

...Шоферы лесопункта «Ороч» Анатолий Баранов и Анатолий Сериков в воскресный день поехали на рыбалку. Они забрались очень далеко от Уськи-Орочской, загнали машину в кусты, а сами пошли к реке. И вдруг увидели женщину. Она сидела на берегу, смотрела на них и плакала»... Раиса Реште шла по тайге 17 дней и

преодолела более 200 километров. Случайная встреча с шоферами спасла ей жизнь. А сумей она своевременно сориентироваться, разобраться в условиях местности, возможно, ничего этого не произошло бы. Знания, смелость, трезвость в сложных житейских ситуациях необходимы людям, прокладывающим тропы будущего. Лучшим из них посвящаются репортажи, заметки, фотографии в газетах и журналах.

...Линию будущего нефтепровода Мишан-Усть-Балык-Омск протяженностью 1400 км называют трассой мужества. Геодезисты и лесорубы в тяжелых условиях заканчивали стыковку трассы между Демьянском на Иртыше и Каратаево на Оби. Шестьдесят смельчаков-первопроходцев из двух идущих навстречу друг другу экспедиций выполнили геодезическую съемку и прорубку просеки в сплошной тайге. Съёмочные работы успешно завершены.

...Строится новая станция — Солони. По готовым участкам БАМа застучали колесами эшелоны с лесом, все чаще на линии Беркакит — станция Бам можно встретить составы с углем Южной Якутии. Геодезисты делают разметку новых станций, «сажают проекты» в натуру.

...Большой комплекс инженерно-геологических, гидрологических и топографо-геодезических работ выполняет Ангарская изыскательская экспедиция Всесоюзного проектно-изыскательского института «Гидропроект» имени С. Жука в Красноярском крае. Экспедиционные отряды работают на объектах Усть-Илимска и его лесопромышленного комплекса, Усть-Илимской и Богучанской ГЭС. В их составе немало молодежи, комсомольцев. Среди них — топограф В. Александров, техник-геодезист Е. Зеленов, топограф Ю. Иванов и другие.

...В верховьях реки Буреи сооружается Бурейская ГЭС, строительство которой предусмотрено Основными направлениями развития народного хозяйства на 1976—



Рис. 4. Геодезические работы в районе охотского побережья

1980 годы. Ее мощность достигнет двух миллионов киловатт, что значительно больше мощности Зейской ГЭС. Отряд строителей, прибывший сюда с Зейской ГЭС, ведет строительство жилых домов во временном поселке гидростроителей, сооружает причалы и дороги... С первой партией строителей на берег Буреи высадились и геодезисты. Здесь, в Талаканском створе, им поручено выполнить подготовительные работы для возведения гидроэлектростанции.

...В столице Белоруссии на строительстве метро трудится коллектив туннельного отряда № 1, имеющий большой опыт подобных работ на строительстве железных дорог в Сибири, на Кольском полуострове и Кавказе. Прокладку подземной трассы ведут маркшейдеры.

...Идет строительство крупнейшей в мире ГЭС. Красноярский край, Саяно-Шушенская ГЭС. Уложены первые тонны бетона в здание будущей электростанции...

...Гигант электроэнергетики мощностью 6,4 миллиона киловатт дал первый ток. И тут частица труда геодезистов. Среди них — Елена Пышенко, комсомолка. После окончания школы она приехала сюда. Сейчас работает геодезистом на строительной площадке Саяно-Шушенской ГЭС.

...В колхозе «Заря коммунизма» Коломыйского района Ивано-Франковской области намечено осушить 170 гектаров переувлажненных земель. Топографическую съемку этой местности выполнили геодезисты института «Львовгипроводхоз»...

...Старший гидролог В. Колпаков по снимкам нанес на карту места, где могут случиться оползни, пройти сели; определил участки, пригодные для освоения. А институт «Узгидроводхоз», пользуясь этими данными, предложил меры для защиты полей.

В объединении «Узбекгидрогеология» работают постоянно действующие курсы, на которых специалисты изучают опыт использования аэро- и космических съемок

при проведении гидрологических и инженерно-геологических исследований.

Как видите, во всех отраслях народного хозяйства страны есть трудовой вклад топографов и геодезистов.

Любую профессию интересной делает человек. Вот что пишет дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. Горбатко: «Каждый род человеческой деятельности имеет как бы две стороны. Одна обращена непосредственно к работнику. Это твоя специальность, квалификация, добросовестность. Другая сторона открыта окружающим, всем нам. Это — то, ради чего ты работаешь. Результат, итог, смысл дела. Если видишь, что нужен людям, жизнь не может казаться скучной»¹. Это и есть принцип жизни и деятельности романтиков дальних дорог.

¹ Горбатко В. Соль профессии. Известия, 1977, 17 марта.

ЧТО ТАКОЕ ГЕОДЕЗИЯ И ТОПОГРАФИЯ?

А какова наша Земля?

Человек живет на Земле. Каковы ее форма, рельеф? А природа дальних стран? Найти ответы на эти вопросы пытались многие ученые древности. Но сделать это оказалось не так-то просто. Века потратили люди, чтобы доказать ее шарообразность. Лишь через 100 лет после того как Аристотель вычислил размеры Земли, геодезист древности александрийский ученый Эратосфен Киренский (276—194 до н. э.) уточнил ее размеры. Предположив, что город Сиена (ныне Асуан) расположен на одном меридиане с Александрией, и учитывая то, что здесь в день летнего солнцестояния (22 июня) в полдень солнечные лучи освещают дно глубоких колодцев, а предметы в этот момент не дают тени, Эратосфен сделал вывод: если Солнце в зените, то высота его в этот день в Сиене соответствует широте 90° . В Александрии в этот

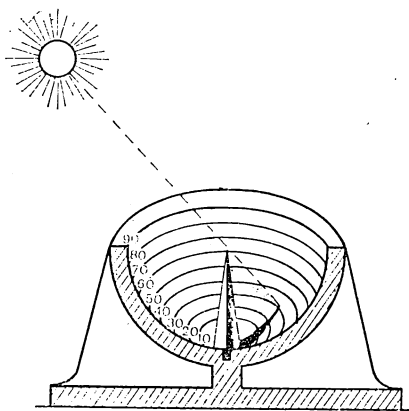


Рис. 5. Скафис

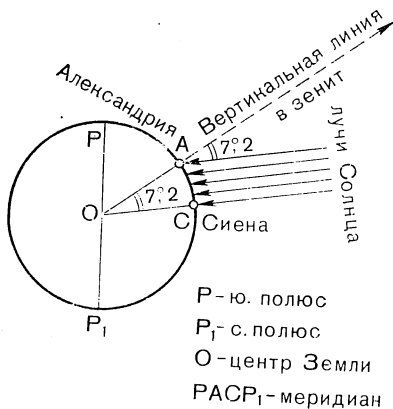


Рис. 6

50°, то есть ниже зенита: 360° (градусная длина окружности): 50 = 7° 21', или 7°,2. Таким образом, солнечные лучи в Александрии падали под углом 7°,2. Угол 7°,2 равен центральному углу АОС (рис. 6). Для вычисления длины окружности Земли осталось измерить расстояние между Александрией и Сиеной и умножить на 50, так как 7°,2 — $\frac{1}{50}$ часть окружности. Но как это сделать?

Пришлось довольствоваться рассказами купцов. Они водили торговые караваны между Александрией и Сиеной за 5000 стадий. Стадием греки называли расстояние, которое человек успевал пройти спокойным шагом за время восхода Солнца, то есть от момента, когда верхний край Солнца выйдет из-за горизонта, и до момента, когда нижний край поднимется над ним. Это длилось около 4 минут. Никаких более определенных сведений о размере стадия не сохранилось. Предпола-

гают, что он равен 158 м. Если учесть, что $\frac{1}{50}$ часть окружности Земли составляет 5000 стадий, то длина всей

же день Солнце в полдень не освещает дно глубоких колодцев, то есть не доходит до зенита.

Для определения широты местности Эратосфен установил на городской площади в Александрии специальный прибор — скафис (рис. 5). В полдень 22 июня тень доходила до окружности, помеченной числом 50, значит Солнце находилось на

окружности Земли — 250 000 стадий (5000×50), или приблизительно 39 500 км. Известно, что радиус всякой окружности в 6,283 раза меньше ее длины. Отсюда средний радиус Земли по Эратосфену — 6290 км, а диаметр — 12 580 км. Эти размеры близки к тем, которые определены в наше время точными инструментами.

Радиус Земли с точностью до ± 8 м вычислил сотрудник Смитсоновской обсерватории в Гренландии Д. Вейс. По его данным, основанным на результатах десятков тысяч наблюдений с тринадцати искусственных спутников Земли, радиус экватора нашей планеты составляет 6378,169 км. Эратосфен ошибся всего на 81,1 км!

Итак, наша Земля — огромный шар, сплюснутый у полюсов. К такому мнению пришли ученые мира. Но поверхность Земли неровная: тут и горы, и плоскогорья, и впадины, и обширные равнины. Однако в сравнении с абсолютными размерами Земли все ее неровности ничтожно малы. Поэтому поверхностью Земли принято считать ее водную часть, которая занимает 71% площади земного шара, мысленно продолженную под материками. Фигуру, ограниченную такой поверхностью, называли геоидом. Наиболее близкой к геоиду математической поверхностью является эллипсоид вращения. Поэтому при составлении карт, в процессе других измерений, расчетов, связанных с определением местоположения точек на земной поверхности, Землю считают сфероидом или эллипсоидом вращения. (В природе такой фигуры нет).

На протяжении двух последних столетий ученые разных стран, используя различные данные измерений, вычисляли размеры земного эллипсоида. В 1940 году советские геодезисты профессор Ф. Н. Красовский и инженер А. А. Изотов вычислили такие размеры:

большая полуось $a = 6378245$ м,

малая полуось $b = 6356863$ м,

$$\text{полярное сжатие } \alpha = \frac{a-b}{a} = 1:298.3.$$

Земной эллипсоид с определенными размерами, соответственно ориентированный так, что его поверхность наилучшим образом представляет поверхность Земли (геоид), называют референц-эллипсоидом. Постановление Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 года утвердило в нашей стране размеры референц-эллипсоида Красовского как основные для геодезических и картографических работ. При географических, топографических и картографических работах Землю часто условно считают шаром, объем которого равен объему сфероида. Радиус такого шара определяют из соотношения $R = \sqrt[3]{a^2 b} = 6\,371\,110$ м (из размеров сфероида Красовского).

Наука о методах определения формы и размеров Земли или отдельных ее частей, изображения земной поверхности на планах и картах, а также о способах точных измерений на местности называется геодезией. Слово «геодезия» возникло гораздо позже самой науки. Происходит оно от греческого «ге» — земля, «дайзо» — делить на части, что в переводе означает — землеразделение. Землеразделением занимались еще 4000—3000 лет до нашей эры. Шагами, локтями, мерной веревкой, деревянными треугольниками древнеегипетские мастера размежевывали берега Нила на участки, разбивали строительные площади под пирамиды. Более четырех с половиной тысячелетий поражают воображение людей египетские пирамиды, сооруженные с помощью примитивных инструментов. До постройки Кельнского собора Великая пирамида Хеопса оставалась самым высоким (146,6 м) сооружением на Земле. Древняя пирамида в Гизе ориентирована в направлении истинного севера точнее, чем Урианенбургская обсерватория (XVI век).

В далекие времена небольшие участки земли измерялись в основном веревками. Поэтому древних египет-

ских геодезистов греки так и называли «арпедонавтами», что значит — натягиватели веревок.

На смену мерным веревкам пришли сложные инструменты и приборы, с помощью которых измеряют расстояния между пунктами на разных континентах с точностью до десяти метров. А при строительстве сооружений, прокладывании железнодорожных линий, оросительных каналов, газопроводов и воздушных трасс нужна сверхточность.

Первоклассная топографическая и картографическая техника, хорошо подготовленные кадры геодезистов и топографов, освоившие эту технику, нужны также для обороны страны.

Совсем, казалось бы, земная наука геодезия необходима и для космических исследований. При подготовке к запуску искусственных спутников Земли, при наблюдении за их полетом используются расчетные геодезические данные. Вот над Землей мчится искусственный спутник. Ориентируясь на него, можно определить координаты отдаленных островов, объектов, расположенных в труднодоступной местности, установить точные геодезические связи между континентами и геодезическими системами различных государств. С помощью этих данных решается важная задача геодезии — создание единой мировой системы для картографирования всей земной поверхности.

Каждый из нас ежедневно сталкивается с измерениями — вес, время, расстояние, угол. Основой геодезии как науки также являются измерения — линейные и угловые. Поэтому современную геодезию можно назвать наукой об измерениях под Землей, на ее поверхности и над Землей (в Космосе).

Форму и размеры Земли, методы их точного измерения, необходимые для определения координат точек земной поверхности, изучает один из разделов геодезии — высшая геодезия.

На сколько миллиметров за истекший год изменилось расстояние, например, между Европой и Африкой? На сколько миллиметров в год опускаются берега Голландии? Какова средняя глубина Тихого океана? Сколько километров, метров и даже сантиметров от Москвы до Владивостока? Чтобы ответить на эти вопросы, нужно понять движения земной коры, выяснить «поведение» океанов, решить множество других сложных задач. Этим и занимаются специалисты по высшей геодезии.

Инженерная геодезия — отрасль геодезии, которая изучает верхние слои земной поверхности и их пригодность для нужд хозяйственного строительства. Специалисты по инженерной геодезии рассчитывают возможность деформаций горных пород под разными сооружениями, определяют стойкость земляных масс как в природных условиях, так и на склонах карьеров, канав, насыпей и пр. Они изучают сели, оползни и карстовые явления, дают рекомендации по их предотвращению.

А вот выдержка из репортажа о строительстве под Серпуховым крупнейшего в мире ускорителя на 70 млрд. электрон-вольт: «Средний радиус закругления (кольцевого здания, в котором размещается электромагнит ускорителя) 230 м. А выдерживается с точностью до ста микронов¹. Это обязательные условия для нормальной работы ускорителя. Заданные «сто микронов» проверяются точнейшими приборами. Повсюду контрольные геодезические отметки — реперы. Стотонные домкраты под присмотром нивелиров регулируют горизонтальный уровень».

Космическая геодезия непосредственно связана с самыми современными «землемерами» — искусственными спутниками нашей планеты. Орбита, по которой они движутся, представляет собой синусоиду, выпуклости,

¹ *Микрон* — единица длины, равная 0,001 мм.

понижения на которой образуются из-за различного притяжения Земли. Более сильное притяжение в орбите — понижение, слабое — выпуклость. Путь спутника — это как бы зеркальное отражение фигуры Земли. Изучение траектории полета спутников дает возможность уточнить форму нашей планеты. Обработав на электронно-вычислительных машинах данные, полученные из Космоса, ученые-геодезисты определили точную конфигурацию многих районов планеты.

Но земная поверхность не остается неизменной. Дрейф материков, медленные опускания и поднятия морских побережий, деформация определенных участков земной коры под воздействием вулканов и землетрясений — все это изменяет поверхность Земли. Ученые-геодезисты ни на минуту не прекращают работу по уточнению ее формы и размеров. Их данные о Земле нужны топографам, астрономам, летчикам, морякам и представителям многих других профессий. В решениях Партии и Правительства говорится о необходимости и путях дальнейшего изучения земной коры, космического пространства, а также о задачах по преобразованию сельского хозяйства Нечерноземья, мелиорации земель и развитии транспорта. Это значит, что большие работы предстоит выполнить вместе с многочисленными специалистами и топографам, и геодезистам.

Все начинается с измерений

Потребность человека в измерении возникла в седой древности. Измерения — важное средство познания законов природы.

Измерить какую-то величину — это значит сравнить ее с другой величиной, принятой за единицу измерения. Установить единицы измерений предметов и величин люди пытались издавна. Причем их эталоны, образцы брались из окружающего быта или природы. У различ-

ных народов были свои меры. Совсем недавно, лет сто — сто пятьдесят тому назад их было около 120. Наличие огромного количества разнообразнейших систем длины и веса чрезвычайно усложняло жизнь, затрудняло торговые отношения, тормозило развитие науки и техники.

В конце XVIII века во Франции была принята Международная метрическая система мер.

По предложению специальной комиссии в основу новой системы положено число 10. Единицу длины решили взять у природы: она должна составлять одну сорокамиллионную часть Парижского меридиана. Но, чтобы получить длину этой единицы, необходимо было более точно измерить хотя бы его часть. Среди дыма и огня революции, в исключительно тяжелых условиях военного времени, ученые-геодезисты Мешин и Деламбр за шесть лет заново повторили Большое градусное измерение Кассини и получили новые значения всей тысячекилометровой дуги от Дюнкерка (на севере) до Барселоны (на юге Франции). Расстояние, равное одной десятиллионной части четверти Парижского меридиана, и было принято за единицу измерения длины. Ее называли — метр, что в переводе с греческого языка означает — мера. В 1799 году по данным Деламбра был изготовлен из платины его эталон — так называемый «архивный метр», или «метр архива». Он является международным прототипом метра и представляет собой платиновую линейку шириной 25 мм и толщиной 4 мм, заканчивающуюся перпендикулярными к оси линейки отполированными поверхностями, расстояние между которыми равно 1 м.

Архивный метр хранится в Международном бюро мер и весов в г. Севре близ Парижа. По результатам произведенных впоследствии более точных измерений архивный метр оказался короче первоначальной величины на 0,2 мм. Поэтому в настоящее время за единицу меры принята длина архивного метра при температуре 0° С.

В 1889 году во Франции из сплава платины (90%) и

иридия (10%) были изготовлены жезлы — копии архивного метра. Эти эталоны (кроме трех) получили государства, присоединившиеся к данной метрической системе. В СССР имеется два таких эталона. Эталон № 28 хранится во Всесоюзном институте метрологии им. Д. И. Менделеева в Ленинграде и является государственным эталоном длины в нашей стране. Эталон № 11 хранится в Академии наук СССР.

В честь принятия новой системы мер французское правительство учредило специальную золотую медаль с надписью: «Во все времена, для всех народов».

По указу, изданному царским правительством в 1897 году, метр и килограмм вводились в России наряду с аршином и фунтом. Метрическая система мер как официальная введена в нашей стране декретом СНК РСФСР от 14 сентября 1918 года. Для более надежного хранения установленной длины метра (ввиду возможности некоторого изменения расстояния между штрихами архивного метра) XI Генеральная конференция по мерам и весам 14 октября 1960 года решила выразить метр через длину световых волн. Установлено, что метру соответствует 1 650 763,73 длины волны излучения в вакууме атома криптона с атомным весом 86 в определенном участке спектра.

Новое определение метра позволяет контролировать неизменность эталонов независимо от международного эталона метра и, следовательно, исключает возможность изменения принятой единицы длины. Кроме того, такое определение метра не только придает эталону единицы длины характер естественной и постоянной меры, но и увеличивает его точность примерно в 100 раз. Верно скажет метр и геодезии. Пользование единой метрической системой облегчает сопоставление геодезических данных разных стран. В практике работы геодезистов и топографов особенно сейчас, в век научно-технического прогресса, это приходится делать нередко.

Измерение расстояний — процесс трудоемкий. На протяжении столетий было предложено много способов их определений.

При геодезических работах малой точности линии можно измерять 10, 20-метровой веревкой. Для этого на ней привязывают через каждый метр белые, а через каждые пять метров красные ленточки и затягивают на концах петли. Сохранилась своеобразная «инструкция» по межеванию земель времен царя Алексея Михайловича, в которой предлагалось осторожное обращение с древним измерительным прибором — веревкой с узелками, потому что она может вытягиваться и рваться.

Используют для измерений и «двухметровку» — землемерный циркуль, или ковылек. Считать под шаги ковылька очень легко, нужно только следить, чтобы он не «шагал» зигзагами. Точность такого измерения $\frac{1}{100}$.

Если вам неудобно пользоваться «двухметровым» циркулем, можно сделать его поменьше. Землемер-ковылек — очень распространенный измерительный прибор в сельском хозяйстве. Он — неизменный спутник колхозных бригадиров и учетчиков при ежедневном подсчете площади обработанных участков.

Небольшие расстояния измеряют рулеткой. Ее полотняная или стальная 10- или 20-метровая лента разделена на метры, дециметры, сантиметры; у краев есть миллиметровые деления. Незаменимы рулетки на строительных площадках. При измерениях линий мерной лентой относительная ошибка $\frac{1}{1000} - \frac{1}{3000}$ (в зависимости от особенностей местности). А как измерить линии на местности до миллиметра и точнее? Такая точность необходима при построении триангуляции и при решении многих вопросов в области высшей геодезии.

В начале XVII столетия Снеллиус ответил на вопрос, как мерять. В 1880 году шведский ученый-геодезист Еде-

рин Эдвард предложил для точных линейных измерений базисный прибор с проволоками. С 1903 года их стали изготавливать из специального сплава металлов — инвара¹. В СССР инварные проволоки изготавливаются с 1930 года.

Что такое базис? Это линия длиной 6—12 км, которую выбирают на относительно ровной местности и измеряют с большой точностью. Так, Саблинский базис по Ленинградскому шоссе между пунктами Бугры и Саблино около Пулкова измерен с точностью до 0,00001 м (1 276 5·38 206 м)!

Однако эти измерения очень трудоемки и дорогостоящие. Современные достижения науки и техники позволили создать принципиально новые приборы — свето- и радиодальномеры. Благодаря им можно в короткие сроки выполнять высокоточные линейные измерения на любой местности в любое время года.

Хотя идея измерения расстояний с помощью электромагнитных волн возникла еще в прошлом столетии, ее практическое применение стало возможным сравнительно недавно, благодаря общему развитию науки и техники. Принцип их действия основан на измерении отрезка времени, в течение которого световые волны или радиоволны, проходящие с известной скоростью, достигнут намеченного пункта.

Предположим, надо измерить расстояние между пунктами *A* и *B* (рис. 7). Электронный дальномер, установленный в пункте *A*, излучает электромагнитные колебания, которые, достигнув отражателя в точке *B*, возвращаются в пункт *A* и поступают в приемное устройство и в прибор для определения времени *t*.

Зная время прохождения электромагнитных колеба-

¹ *Инвар* (от английского слова «инвар» — неизменный) — сплав 35% никеля и 65% стали. Обладает весьма малым коэффициентом теплового линейного расширения.

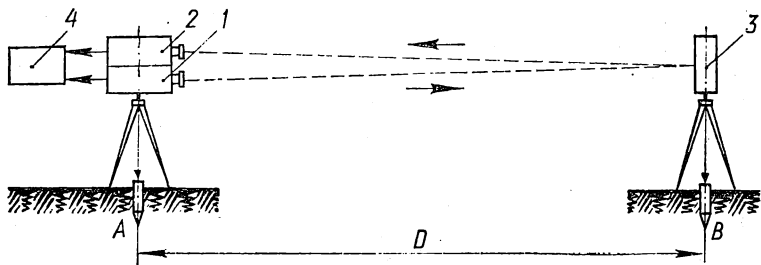


Рис. 7. 1 — передатчик; 2 — приемник; 3 — отражатель; 4 — устройство для определения времени (t)

ний от дальномера до отражателя и обратно, а также скорость распространения электромагнитных волн в атмосфере, можно определить расстояние D между пунктами A и B , применив формулу: $D = \frac{v \cdot t}{2}$.

По решению международных геодезического и геофизического союзов на Генеральной ассамблее в 1957 году скорость распространения электромагнитных волн (скорость света) в вакууме принято считать равной 299792,5 км/сек. Отсюда скорость света в атмосфере $v = \frac{v_0}{n}$, где n — показатель преломления воздуха, определяемый по измеренным значениям температуры, влажности и давления (эти данные содержатся в специальных таблицах).

Советские геодезисты сконструировали ряд свето- и радиодальномеров, в частности чудесный светодальномер 2СМ=2.

Работа с современными измерительными приборами интересная и перспективная.

Чем и как измеряют углы?

Угловые измерения были известны еще в древнем Вавилоне.

Из геометрии вы знаете, что центральные углы измеряются соответствующими им дугами. В полном круге 360° , в градусе $60'$ (минут), в минуте $60''$ (секунд).

Представьте себе, что на расстоянии 75 м от вас находится двадцатикопеечная монета. Если от точки вашего стояния к краям этой монеты провести линии, то получится угол в $1'$. «Это острый угол» — скажете вы. А угол в $1''$ в 60 раз острее. Если вы хотите получить наглядное представление о величине угла в $1''$, воткните в землю две булавки на расстоянии 1 мм одна от другой, к каждой из них привязав по нитке. С ниткой в руках отойдите на расстояние 200 м и свободные их концы соедините. Угол, образованный между двумя нитками, будет равен $1''$.

Как же измерить столь маленькие углы и к тому же с высокой точностью, как того требуют правила триангуляционных построений? Это интересовало людей с давних времен. Существует очень простой способ построения на местности прямых углов. Берут шнур и три колышка. На шнуре отмечают двенадцать равных долей. Затем узлами выделяют три части шнура так, чтобы первая часть состояла из пяти, вторая — из четырех и последняя — из трех долей. Начало и конец шнура связывают. Пусть это будет узел A . С помощью колышков натягивают часть шнура BC (рис. 8) вдоль данной прямой на местности так, чтобы точка C совпадала с точкой, через которую должен быть проведен перпендикуляр к данной прямой по линии CA . Потом оттягивают шнур за узел A так, чтобы участки AB и AC стали прямолинейными, и вбивают в точке, где будет находиться узел A , колышек. По теореме известного древнегреческого математика и философа Пифагора квадрат гипотенузы пря-

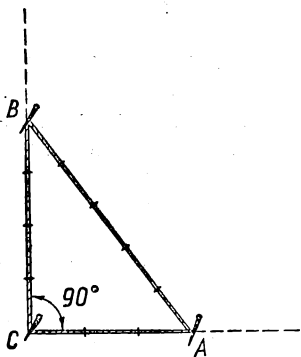


Рис. 8

моугольного треугольника равен сумме квадратов катетов ($5^2 = 3^2 + 4^2$), следовательно образовавшийся угол ACB — прямой. Треугольник со сторонами, выраженными в линейных единицах числами 3, 4 и 5, называется пифагоровым. Он вам пригодится для разбивки спортивной площадки, установки палаток в пионерском лагере или туристском походе. Тем более, что такой простой углоизмерительный прибор, как веревка с узелками да три колышка, всегда найдется.

До 30-х годов нашего столетия в геодезии широко использовалась астролябия — «бабушка» современных углоизмерительных инструментов. На смену астролябии пришли новые геодезические инструменты. Самым распространенным среди них в наше время является теодолит (от греческих слов «теа» — взгляд и «одос» — путь, камень).

Первые теодолиты были очень громоздки, потому что уровень развития техники не позволял наносить точную шкалу на круги небольших диаметров. Так, в 1783 году в Англии был построен теодолит, который весил 91 кг. Диаметр его горизонтального круга был равен 90 см! Прибор перевозили в специальном четырехколесном рессорном экипаже. Со временем повышались качество линз зрительных труб и точность деления кругов, уменьшался их диаметр, а также вес всего инструмента. Современное техническое оборудование позволяет увеличить точность деления шкалы до 1".

С 1 января 1965 года в нашей стране по утвержденному стандарту выпускаются оптические теодолиты со

стеклянными углоизмерительными кругами. Они подразделяются на высокоточные, точные и технические. На рис. 9 изображен современный высокоточный оптический теодолит ТВО-2. Такой прибор обеспечивает измерение углов в триангуляции и полигонометрии 1-го класса с точностью $\pm 0'',5$. Его вес 21,7 кг, а диаметр горизонтального круга 16 см, то есть в 5,6 раза меньше, чем в первом английском теодолите.

О порядке измерений теодолитами разной точности горизонтальных и вертикальных углов, их окончательной обработке и использовании при составлении карт, планов и других видов топогеодезических работ рассказывается в учебниках и специальной литературе по топографии и геодезии: Ассур В. Л., Муравин М. Н. Руководство по летней геодезической и топографической практике. М., Недра, 1975; Данилов В. В. и др. Геодезия. М., Недра, 1974; Иваньков П. А. Основы геодезии, топографии и картографии. М., Просвещение, 1972; Коршак Ф. А. Геодезия. 6-ое изд. М., Недра, 1975; Моргунов Н. Ф., Сысоев К. А. Геодезия, М., Недра, 1970; Рошин О. М. Цікава геодезія. К., Радянська школа, 1973; Соколов Н. И. и др. Основы геодезии. М., Высшая школа, 1972; Сысоев К. А. Основы геодезии и картографии, М., Недра, 1974.

В тайгу за цифрами

Когда вы будете читать в газете сообщение об оче-

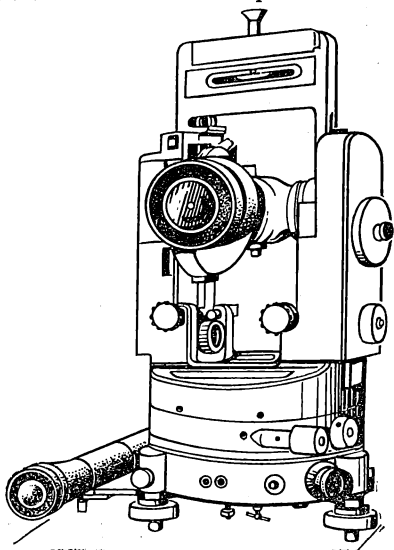


Рис. 9 Теодолит ТВО.

редном запуске искусственного спутника Земли, обратите внимание на слова — «спутник выведен на орбиту с параметрами...»¹ или «спутник вышел на орбиту, близкую к расчетной». Как можно рассчитать, то есть выразить в числах орбиту спутника — некоторую кривую линию? Для этого надо уметь переводить на язык чисел геометрические понятия и, прежде всего, уметь определять положение точки в пространстве, на плоскости или на поверхности Земли. Числа, с помощью которых определяют положение любой точки на плоскости или в пространстве по отношению к другой какой-либо точке, принятой за начало, называют координатами. Способ определения точек или тела с помощью чисел и других символов называется системой координат. В окружающем нас мире очень много систем координат, и мы довольно часто ими пользуемся, не задумываясь над их сущностью.

На билете в кинотеатр, например, написано: «ряд 6, место 8». Эти цифры — не что иное, как координаты. В шахматах своеобразными координатами являются буквы и числа. Услышав, что шахматист сыграл $e2$ — $e4$, вы уже представляете его ход. Способом координат пользуются и для определения места посадки в поезд на железнодорожной станции: «платформа 1, путь 3». Угол улицы Ленина и бульвара Шевченко, где вы условились с кем-то встретиться, первый колышек на строительной площадке, высота спутника над Землей, а также его положение относительно объектов, над которыми он пролетает, — все это координаты. Геодезисты и топографы отправляются за ними, как геологи на поиски полезных ископаемых. Получают они их с помощью множества измерений теодолитами, нивелирами и другими измерительными приборами. Градусы, минуты, секунды, метры,

¹ *Параметр* — величина, которой характеризуют определенное свойство или размеры, например, объем, расстояние, температуру.

сантиметры — это точнейшие координаты точек, с помощью которых составляются карты, планы и все расчетные данные изыскательских работ. На земле на месте этих точек строят специальные сооружения. Называют их исходными, или опорными: от них начинается строительство новых промышленных объектов, городов и поселков.

Меридианы и параллели

Каждое утро поднимается над горизонтом Солнце, продолжая свой обычный путь. В полдень оно достигает наибольшей высоты, проходит через одну и ту же воображаемую линию на небосводе, затем опускается все ниже и ниже. Если внимательно наблюдать за движением какой-либо звезды в течение целой ночи, то можно заметить, что она, как и Солнце, поднимается все выше и выше, а потом медленно опускается к горизонту. Это явление люди заметили давно и место пересечения на небосводе воображаемой линии ЮЗС (рис. 10) с линией горизонта стали называть точкой юга Ю, а противоположную ей — точкой севера С. Древние путешественники не знали, что вращается Земля, а не небо. Не бывали они и на полюсе, но научились определять по звездам и Солнцу линию север — юг и по ней ориентироваться. Первым положение того или иного места на земном шаре при помощи астрономических наблюдений стал определять отец астрономии Геппарх во II веке до нашей эры. Таких линий на земном шаре

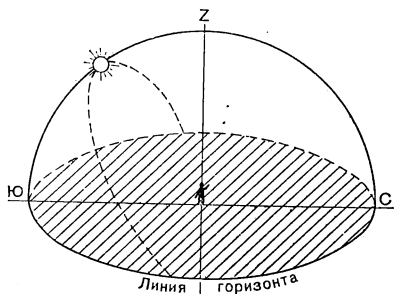


Рис. 10

можно провести бесконечное множество, но через каждую точку — лишь одну. Называются эти линии меридианами. Все меридианы сходятся в двух точках: на Северном и Южном полюсах Земли. На картах и глобусах показывают обычно те из них, которые соответствуют целому числу градусов.

Кроме меридианов, для определения положения точки на земной поверхности используют параллели — линии, проведенные на карте или глобусе параллельно экватору.

Расстояние любого объекта на земном шаре от экватора, выраженное в градусах, называют его географической широтой, а расстояние от начального меридиана — долготой.

Все точки поверхности Земли, расположенные в северном полушарии, имеют северную, а в южном — южную широты.

Географическая долгота в восточном полушарии называется восточной, в западном — западной. Отсчитывают ее от начального, Гринвичского, меридиана.

Меридианы и параллели вместе образуют систему географических координат. Их наносят на глобусы и все географические, в том числе и топографические карты, в результате получается градусная сеть, которая помогает находить любую точку на поверхности земного шара.

Вспомните роман Жюль Верна «Дети капитана Гранта». Героям книги пришлось совершить почти кругосветное путешествие по 37-й параллели южной широты. И все потому, что в документе, который они обнаружили в бутылке, выловленной в море, сохранилось только значение широты места кораблекрушения. Число, указывающее долготу, было смыто водой.

Любая точка на Земле имеет свои долготу и широту, то есть географические координаты. Исключением являются Северный и Южный полюса: они имеют по одной

координате (соответственно 90° северной и южной широт).

В 1934 году во льдах Северного Ледовитого океана затонул пароход «Челюскин». Челюскинцы сообщили по радио, что льдина, на которую они высадились, находится на 68° с. ш. и 179° з. д. Советские летчики по полученным данным нашли на картах в северном полушарии параллель 68° , а к западу от нулевого — меридиан 179° . В точке пересечения этих линий и обнаружили потерпевших.

Географические координаты широко используются в авиации, морском флоте и т. д. Они являются исходными данными для составления всех географических, значит, и топографических карт.

В практике географических работ системой географических координат пользоваться трудно. Дело в том, что они выражены угловыми величинами, перевод которых в линейные приводит к ошибкам.

Большинство геодезических измерений для практических целей производится на небольших участках без учета кривизны земной поверхности. При этом для определения координат точек наиболее широко используются системы полярных и прямоугольных координат.

Система полярных координат

В полярной системе координат за начало принимают любую точку местности — полюс (отсюда и название системы) — и через нее проводят исходное направление. Предположим, на план нужно нанести границу обнесенного забором участка (рис. 11). Прежде всего выбираем основную точку-полюс O и над ней устанавливаем теодолит. Затем намечаем исходное направление OA и от него измеряем углы (AOB , BOC , COD и т. д.) между точками A , B , C , D на линии забора, а также расстояния OA , OB , OC , OD и т. д.

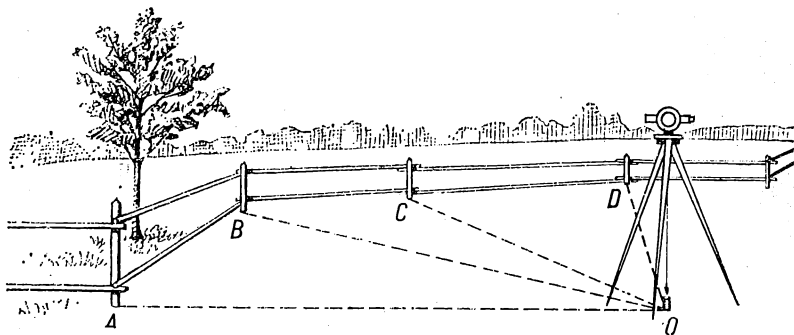


Рис. 11

Потом на листе бумаги ставим точку-полус O и проводим в нужном направлении линию OA (полярную ось). Исходным направлением может быть и линия север-юг (магнитный или географический меридиан). В принятом масштабе отложим на этой линии расстояние OA и получим точку A . Затем с помощью транспортира строим угол AOB и на направлении OB откладываем ее расстояние. Получаем точку B . Таким же образом определяем на плане все необходимые точки. Соединив их линиями, получим план участка.

Как видно из примера, положение любой точки в системе полярных координат определяется двумя величинами — углом и расстоянием, которые называются полярными координатами. Угол отсчитывается, как правило, по ходу часовой стрелки от принятого начального направления — полярной оси.

Система прямоугольных координат

Наиболее часто используют систему плоских прямоугольных координат, основанную на том, что положение точки определяется относительно двух координатных осей — абсциссы и ординаты.

Земную поверхность условно разбивают на зоны меридианами, расстояние между которыми 6° долготы. Начинают отсчет от начального меридиана в направлении на восток. Меридианы, ограничивающие зону, называются крайними, а средний — осевым. В топографии осевой меридиан принимают за ось абсцисс, а экватор — за ось ординат. Положение точки будет характеризоваться значением абсциссы X — расстоянием от экватора — и ординатой Y — расстоянием от осевого меридиана. Обе координаты выражаются в линейных мерах. По общему правилу знаков все абсциссы в северном полушарии имеют положительные значения, а в южном — отрицательные. Ординаты в восточной половине каждой зоны положительные, а в западной — отрицательные.

Систему прямоугольных координат называют также системой Гаусса — Крюгера, по имени немецкого математика Гаусса, разработавшего теорию примененной для построения системы координат картографической проекции, и астронома-геодезиста Крюгера, который продолжил работы своего великого соотечественника. Используя известные географические координаты точки, по специальным формулам можно вычислить ее прямоугольные координаты, и наоборот.

Координатная сетка

Прямоугольные координаты любых точек на карте или местности определяются при помощи координатных, или километровых, сеток, нанесенных на топографические карты через целое число километров.

Вдоль внутренней рамки топокарты (рис. 3) написаны значения линий километровой сетки, то есть абсцисс и ординат: у крайних (нижней и верхней) — полные значения, а у промежуточных — их последние две цифры (десятки и единицы километров). Например, цифры 6065 на одной из горизонтальных линий означает, что эта линия, как и все лежащие на ней точки, находится от экватора на расстоянии 6065 км.

Оцифровка выходов километровой сетки по южной и северной рамкам листа карты обозначает ординаты у этих линий.

В связи с тем что территория СССР расположена к северу от экватора, абсциссы X всех точек местности в пределах нашей страны в системе прямоугольных координат всегда положительные. Ординаты имеют в каждой зоне значения и положительные, и отрицательные. Чтобы это не приводило к ошибкам во время вычислений, каждая ордината увеличена на 500 км. Почему именно на 500? Если предположить, что все ординаты положительные и выражаются одинаковым количеством цифр, то наибольшая и наименьшая из них будут у точек пересечения экватора с крайними меридианами зоны; они округленно равны $+334$ км и -334 км (длина дуги экватора в 3°). Прибавив к этим величинам по 500 км, получим 834 км и 166 км, то есть положительные трехзначные числа. Следовательно, необходимо и достаточно увеличить каждую ординату на 500 км.

Изображение зоны в плоскости самостоятельное, потому что в каждой из них свой осевой меридиан — ось абсцисс. В связи с тем, что во всех зонах повторяются значения абсцисс и ординат, может возникнуть путаница. Поэтому перед значением ординаты пишут номер зоны.

Так, ордината $Y=17625$ означает, что лист карты расположен в 17-й зоне, а километровая линия находится на восток от осевого меридиана на расстоянии 125 км, так как $625-500=+125$ (км).

Чтобы быстро найти на карте ту или иную точку, указывают координаты левого нижнего, то есть юго-западного угла квадрата, в котором она находится. Например, «квадрат 6608, мост западнее населенного пункта Барахоево». Этого достаточно для общей ориентировки, так как координаты точек определяются с ошибкой, равной примерно стороне квадрата сетки в данном масштабе карты.

А как определить по карте координаты точек более точно, с ошибкой в пределах 0,5 мм в м-бе 1:25000, например точные координаты моста в квадрате 6608? Для этого приложим линейку с миллиметровыми делениями к середине условного знака моста и измерим расстояние по перпендикуляру от моста до километровой линии 66. Оно равно 27 мм. Карта масштаба 1:25000, то есть в 1 см — 250 м, а в 1 мм — 25 м. Следовательно, $25 \text{ м} \cdot 27 = 675 \text{ м}$. Далее измерим расстояние по перпендикуляру от моста до западной километровой линии квадрата 08. Оно составляет 14,5 мм ($25 \text{ м} \cdot 14,5 = 362,5 \text{ м} \approx 363 \text{ м}$). Полученные расстояния прибавим соответственно к абсциссе X и ординате Y у километровой линии:

$$X = 6066000 \text{ м} + 675 \text{ м} = 6066675 \text{ м},$$

$$Y = 4308000 \text{ м} + 363 \text{ м} = 4308363 \text{ м}.$$

Приведенные данные координат — это есть точный «адрес» моста на земной поверхности. Он находится к северу от экватора на расстоянии 6066675 м, в четвертой зоне, к западу от осевого меридиана этой зоны на 191637 м, так как $308\,363 - 500\,000 = -191\,637 \text{ (м)}$. Как видим, по карте можно определять прямоугольные координаты любой точки местности. Очень просто можно решить и обратную задачу — по данным координатам нанести на карту любые точки местности. Вот за какими цифрами едут геодезисты в тайгу и другие малоисследованные районы. Создав опорные геодезические пункты, они определяют их прямоугольные координаты.

Ажурные вышки и треугольники на Земле

Вам, вероятно, не раз приходилось видеть деревянные или железные вышки с небольшими цилиндрами наверху. Обычно их устанавливают на возвышениях, и поэтому они хорошо заметны. Строят эти сооружения, в местах опорных пунктов, о которых мы уже говорили. Сначала ученые по Солнцу или звездам точно определяют ширину и долготу в астрономических обсерваториях там, где наблюдения ведутся десятки лет. Исходным пунктом всех геодезических измерений в нашей стране является центр круглого зала Пулковской обсерватории.

Его координаты — результат работы Пулковской обсерватории на протяжении более чем ста лет. От этого первого опорного пункта определяют расстояния через систему таких же пунктов, точно определенных и зафиксированных триангуляционными вышками.

Принцип создания Государственной геодезической опорной сети СССР такой. На местности выбирают пункты на расстоянии 20—50 км (в горной местности расстояния могут быть и большими) так, чтобы, соединенные между собой прямыми линиями, они составили сеть, по возможности, равносторонних треугольников (рис. 12). Их ряды длиной не более 200—250 км прокладываются примерно вдоль меридианов и параллелей, в результате чего образуются сомкнутые полигоны периметром 800—1000 км, названные сетью треугольников I класса (на рис. 12 они показаны утолщенными линиями).

В каждом полигоне I класса строится сплошная сеть треугольников II класса со сторонами 7—20 км. Затем в виде отдельных систем строятся сети III и IV классов с таким расчетом, чтобы один геодезический пункт приходился на каждые 50 кв. км местности. Длина сторон в сетях III класса — 5—8 км, а в сетях IV класса — 2—5 км. Система треугольников и опорных пунктов, покрывающая всю территорию нашей страны, и называется Госу-

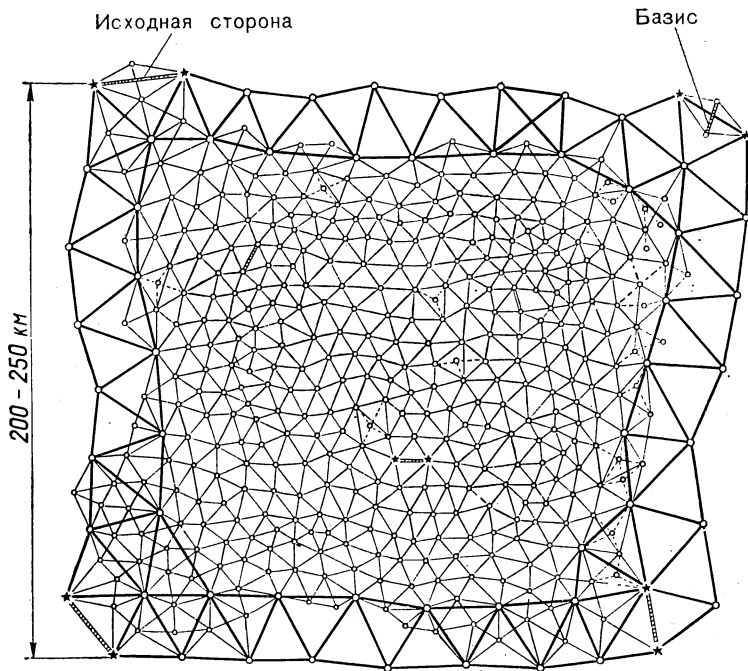


Рис. 12

дарственной геодезической опорной сетью. Ее научные основы в нашей стране разработал выдающийся геодезист Ф. Н. Красовский.

Точность, или величина ошибки, с которой определяют положение каждого пункта, зависит от точности измерения углов и длин базисов. Чем меньше ошибка в измерениях углов и базисов, тем точнее получаемые координаты пунктов. Так, в пунктах I класса углы измеряют теодолитами с точностью до $1''$, а базисы — с ошибками порядка 1 мм на каждый километр их длины. Ошибка в

угловую секунду обуславливает смещение в положении определяемой точки на $\frac{1}{200\,000}$ расстояния между исходной и определяемой точками. Так, ошибка в определении положения пункта, находящегося на расстоянии 20 км, составит 10 см. Вот с какой высокой точностью могут определяться пункты триангуляции на земной поверхности!

Предположим, нам нужно подготовить место для крупного промышленного строительства или снять точную карту определенной территории. Прежде всего «тянут» цепь треугольников и уже от ее пунктов, от опорной сети, отмеряют небольшое расстояние (обычно менее километра) до точки местности. Как видите, пункты опорной геодезической сети необходимы для обоснования топографических съемок, для нужд народного хозяйства, для обороны страны и решения различных научных задач. Триангуляционные пункты с их координатами — большая государственная ценность. Сооружение одной вышки стоит десятки тысяч рублей. Чтобы вышки сохранялись как можно дольше, их закрепляют на местности подземными центрами — искусственными сооружениями из бетона и камня. Такой центр состоит из трех частей: нижнего центра в виде бетонного монолита с вмонтированной в него металлической маркой; он закладывается на глубину до 2,2 м (ниже наибольшего промерзания грунта); бетонного якоря в виде плиты и бетонного пилона с вмонтированной в верхнюю его грань маркой. Пилон соединяется с якорем (плитой) цементным раствором. Над центром марки, координаты которого и определяют, устанавливают опознавательный бетонный столб высотой 70 см, верхняя часть которого на 10 см выступает над землей.

Над каждым таким центром в вершине треугольника строят наружные деревянные или металлические знаки, имеющие приспособление для установки инструментов во



Рис. 13 Будни топографо-геодезической экспедиции
ГУГКа

время наблюдений — столбики и визирные цели в виде цилиндров. В открытых степных, холмистых и горных районах геодезические знаки представляют собой трех- или четырехгранные пирамиды высотой 6—10 м. В лесной местности строят большие вышки-сигналы. Трехгранные вышки бывают высотой до 40 м, а сложные четырехгранные и выше. Поднявшись на них, легко сориентироваться, взяв нужное направление по компасу.

Все пункты геодезической сети именуются по названиям близко расположенных населенных пунктов, рек, озер, железнодорожных станций и т. д. В средние века опорные точки нужны были прежде всего для уточнения границ землепользований и для охраны интересов крупных землевладельцев. Вот, например, текст закона времен царя Алексея Михайловича (1649 год): «А буде кто на государеве или вотчинникове, или на помещикове земле писцовую межу испортит, или столбы вымечет (выкопает), или ямы заровняет, или земли перепашет, а по суду и по сыску про то свидется попряма (доподлинно) и те людей на спорных межах бити кнутием нещадно и, бив кнутом, вкинути в тюрьму на неделю».

Некоторые помещики, когда ставились столбы, били возле меток «кнутиями нещадно» мальчиков-крепостных, чтобы они всю жизнь помнили это место и даже стариками смогли бы указать, где стоял межевой столб.

Советское государство придает большое значение охране геодезических знаков и их подземных центров. Постановлением Совета Министров СССР от 4 декабря 1951 года постоянные государственные знаки (сигналы, центры пунктов триангуляции, нивелирные реперы и марки), которые строятся и закладываются во время геодезических работ, признаны предметами и сооружениями государственного значения. Ответственность за их сохранение и сохранность возложена на местные Советы.

Все граждане СССР обязаны оберегать государственные знаки, не допускать их порчи и разрушения.

Третье измерение

С давних времен людям приходится устанавливать высоту одного участка местности по отношению к другому. Даже опытные поливальщики, бывало, не могли определить на глаз, в какую сторону потечет вода в арыке.

В древнем Египте был изобретен хоробот — прибор из разрезанного вдоль длинного (до 6 м) бамбука. В желоб наливали воду и по ее уровню горизонтально устанавливали хоробот. Очевидно, были в нем какие-то приспособления для визирования, так как известно, что с помощью этого прибора египтяне создали сложную оросительную систему в долине Нижнего Нила, в том числе и громадное искусственное Меридское озеро, регулирующее сток воды. Таким образом, люди учитывали характер рельефа территории, который является одним из важнейших элементов ландшафта. С рельефом тесно связана гидрография (ручьи, реки, озера, болота). Он определяет характер и размещение растительности, населенных пунктов, дорожной сети и т. д.

Особенности рельефа учитываются при проектировании и строительстве каналов, промышленных предприятий, гидротехнических сооружений, линий электропередач, газопроводов, аэродромов и прочих объектов народного хозяйства. Правильное использование земли в сельском хозяйстве невозможно без учета специфики местности. Изучение рельефа имеет важное значение и в военном деле. Поэтому его изображение на картах и планах издавна является одной из важнейших задач топографии. Как мы знаем, на плоскости можно передать лишь два измерения — длину и ширину. А при изображении рельефа необходимо точно отображать еще и высоту над уровнем моря, а также объемность, сохраняя при этом подобие формы и размеров.

Линии равных высот

На протяжении нескольких столетий было предложено и испытано много различных способов изображения рельефа на планах и картах. В частности, перспективный рисунок и способ штрихов. Развивались науки, совершенствовались их методы исследований и умения людей. Во второй половине XIX века был разработан и стал применяться способ горизонталей, который является основным способом изображения рельефа и на современных топографических картах и планах. Представим себе остров, постоянно заливаемый водой во время половодья. Обычно омывающая его вода находится на одной и той же высоте, и, если спроектировать все точки ее соприкосновения с берегом на плоскость, получится замкнутая кривая линия — изогипса очертания острова, все точки которой будут иметь одинаковую высоту, равную горизонту воды, то есть горизонталь. Предположим, вода поднялась на 5 м. Тогда в месте ее соприкосновения с поверхностью острова образуется новая кривая. Спроектированная на плоскость, она повторит новое очертание острова и будет лежать внутри первой горизонтали, так как размеры острова с поднятием воды уменьшаются. При поднятии воды еще на 5 м образуется третья линия ее высоты. Итак, если мы будем отмечать линиями каждое поднятие воды на 5 м и проектировать эти линии на плоскость, то получим изображение рельефа острова со всеми его особенностями: где скаты круче, там горизонтали нанесены гуще, а где более пологие, расстояние между изогипсами больше. Зная эту закономерность, легко можно определить по карте рельеф территории, увидеть его особенности.

По известному расстоянию между горизонталями, то есть по высоте сечения рельефа определяется превышение любой изображенной на карте точки местности над другой.

На советских топографических картах каждому масштабу соответствует стандартная высота сечения:

Масштаб	Высота сечения, м			
1:10 000	2,5;	в горной местности	10	
1:25 000	5,0;	«	«	10
1:50 000	10,0;	«	«	20
1:100 000	20,0;	«	«	40

По бергштрихам (маленьким штришкам, проведенным перпендикулярно к горизонталям) можно установить направление ската, угол его наклона, или крутизну.

Но для отсчета нужна начальная величина. Обычно это уровень какого-нибудь моря. У нас в стране за уровнем моря стали наблюдать в 1703 году в г. Кронштадте, расположенном на острове Котлин (возле Ленинграда). В 1721 году Петр I издал указ «О наблюдении, чтобы в С.-Петербурге в низких местах, где вода была, во всяком строении нижние полы были выше прибыли воды». В начале XIX века регулярные наблюдения за уровнем моря велись уже в нескольких пунктах Балтийского и Каспийского морей, а с середины 80-х годов — на всех морях европейской части России. В наше время на побережье морей СССР работает около 300 постоянных специально оборудованных водомерных пунктов. На водомерном посту в Кронштадте — на Кронштадтском футштоке — ведутся наблюдения за уровнем воды Балтийского моря. Футшток — это горизонтальная черта на медной пластинке, соответствующая уровню воды Балтийского моря во время штиля: пластинка укреплена на устье моста через обводный канал в Кронштадте и закрыта сверху специальной защитной планкой с надписью: «Исходный пункт нивелирной сети СССР» (рис. 14). Этот «нуль» был установлен в 1840 году русским исследователем М. Ф. Рейнеке. Средний уровень моря в этом пункте — «нуль» Кронштадтского футштока — он вывел после



Рис. 14

пятнадцати лет систематических наблюдений. С тех пор средний уровень моря здесь существенно не менялся. Вот этот «нуль» на пластинке Кронштадтского водомерного поста очень важен. От него ведут отсчет абсолютных высот местности при топографических съемках по всей территории Советского Союза.

Чтобы сравнить положение любой точки местности с уровнем Балтийского моря, топографы отправляются «в поле» для нивелирования, то есть определения превышения одной точки местности над другой.

Продвигаясь 50—100-метровыми шагами по воображаемым ступенькам то вниз, то вверх, советские геодезисты создали Государственную нивелирную сеть, засняли все необъятные просторы нашей страны. Данные об абсолютной высоте опорных точек необходимы и для народного хозяйства, и для обороны страны.

Связь с «нулем» Кронштадтского футштока в 1872—1931 годах осуществлялась от марок и реперов, закрепленных на материке в г. Ораниенбауме (ныне г. Ломоносов). В 1931 году в результате высокоточного нивелирования установлено высоту 5,4608 м над «нулем» Кронштадтского футштока марки № 173 в г. Ломоносове и точным нивелированием в европейской части СССР было определено 8000 точек-марок. Но во время Великой Отечественной войны на территории, временно оккупированной фашистами, западные линии Ленинград — Москва — Севастополь часть марок была разрушена. Для их восстановления в 1947 году отправился отряд геодезистов с участием видного отечественного ученого профессо-

ра Ф. Ф. Витрама. Еще раз было проведено двойной ход нивелирования I класса между «нулем» Кронштадтского футштока и маркой № 25, заложенной в здании вокзала станции Ломоносов. Высота марки — 5,6370 м. Она — исходный пункт высокоточного нивелирования в Советском Союзе.

Если вы увидите в устое моста или в стене каменных сооружений металлическую марку или репер — чугунный диск, помните, что это результат большого труда и важный объект. Подлежат охране и грунтовые реперы, находящиеся в насыпных курганчиках.

Значения абсолютных высот точек, опознанных на смонтированных фотоснимках, служат основой для проведения горизонталей на планах и картах, а также для непосредственного обоснования многих инженерно-технических работ на местности. Например, при проведении дорог, судоходных каналов, оросительных и осушительных систем, при прокладке водопроводов, газопроводов, устройстве канализации, при строительстве всевозможных зданий, сооружений и т. п.

Для определения высотного положения местности человек пользуется специальными инструментами. Чувством высоты природа наделила только животных.

Однажды на охоте в предгорьях Заилийского Алатау, южнее населенного пункта Талгар, я пошел по склону горы Верблюд, расположенной между речками Бель-Булак и Талгар, и вскоре попал на хорошо протоптанную тропу. Поскольку ветки били в лицо, я решил, что проложили ее дикие животные. Не чувствуя ни подъемов, ни спусков, обошел всю гору. Оказалось, что такие же тропы были выше и ниже по склону. Линии равных высот!? Можно ли не удивляться геодезическому искусству животных, проложивших горизонталю на местности!

Оптимальные трассы оросительных каналов определяют не только с помощью инженерных расчетов, но и

при помощи... ослов. Эти животные в условиях бездорожья безошибочно выбирают кратчайший путь между двумя точками. Кроме того, из всех возможных вариантов он имеет минимальные спуски и подъемы.

А приходилось ли Вам когда-нибудь наблюдать спад воды на песчаном берегу реки или озера? Следы на песке — это тоже линии равных высот.

Оказывается, если быть наблюдательным и уметь читать мудрую книгу природы, то в ней всегда можно найти ответы на все возникшие при выполнении геодезических работ на местности вопросы.

АДРЕСА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ

Юрий Гагарин первый увидел всю нашу Землю со стороны — огромный шар, висящий в черном беспредельном пространстве. Под иллюминатором «Востока» проплывали дымчато-зеленые материки, чуть поблескивали пятна морей и океанов, сверкало серебро ледовых шапок вокруг полюсов. Земля, которую Ю. Гагарин всю охватил взглядом с огромной высоты, не была расчерчена сетью параллелей и меридианов. На ней нельзя было отыскать ни точек полюсов, ни «обруча» экватора, ни пунктиров Северного и Южного полярных кругов, ни границы между величайшими континентами планеты — Европой и Азией. Но они — географические символы — существуют. Они издавна притягивают мужественных и пытливых, зовут в неведомые дали. Сколько их, отважных изыскателей, погибло в неравном бою с грозной природой.

Шли по белому безмолвию к Северному и Южному полюсам Нансен и Юхансен, Андре и Кук, Пири и Седов, Шеклтон и Амундсен, Скотт и Хиллари. Полюсы — замечательные точки на нашей планете. К одному из них можно подойти только с юга, к другому — только с севера. С какой бы стороны ветер не дул, на Северном полюсе он всегда будет южным, а на Южном — северным.

Северный полюс! Сколько перенесено страданий, чтобы проникнуть к сердцу Арктики!

В марте 1914 года по морскому льду от острова Рудольфа отправился к северной «вершине» нашей планеты на собачьих упряжках Георгий Яковлевич Седов (1877—1914) с двумя матросами-добровольцами Линником и Пустошным. Изнуренный цингой, часто теряя сознание, исследователь не выпускал из рук компас.

Седов первый подробно обследовал устье Колымы, сделал промеры глубин от косы Шалаурова до Нижне-колымска, заснял прилегающую территорию, составил карты, определил высоты сопок и мысов. Первого марта путники раскинули палатку на льду пролива Неймайера, чтобы дожидаться, пока замерзнет полынья. В этот день Седов сделал последнюю запись в дневнике: «Болен я адски и никуда не гоюсь. Увидел выше гор вперые милое, родное солнце. Ах как оно красиво и хорошо! При виде его в нас весь мир перевернулся. Привет тебе, чудеснейшее чудо природы. Оповести наших близких на родине, как мы ютимся в палатке, больные, удрученные, под 82° сев. широты!»

Пятого марта 1914 года Георгий Яковлевич скончался. Матросы похоронили его на мысе Аук острова Рудольфа. Могила Седова — самая северная русская могила — обнаружена лишь в 1938 году. Сотрудники полярной станции на острове Рудольфа нашли на мысе Аук флагшток и обрывки флага.

Воплотить в жизнь мечту отважного русского патриота смогли люди следующего поколения, уже при новом социальном строе. Советская воздушная экспедиция Шмидта-Водопьянова, весной 1937 года стартовавшая с острова Рудольфа, достигла полюса и основала первую в мире научную дрейфующую станцию СП, положив начало всестороннему исследованию Центральной Арктики. Сейчас таких станций больше двух десятков. Бесчисленные зигзаги дрейфов пересекают арктические просторы. Но и сегодня для советских полярников символом мужества и преданности делу остается светлое

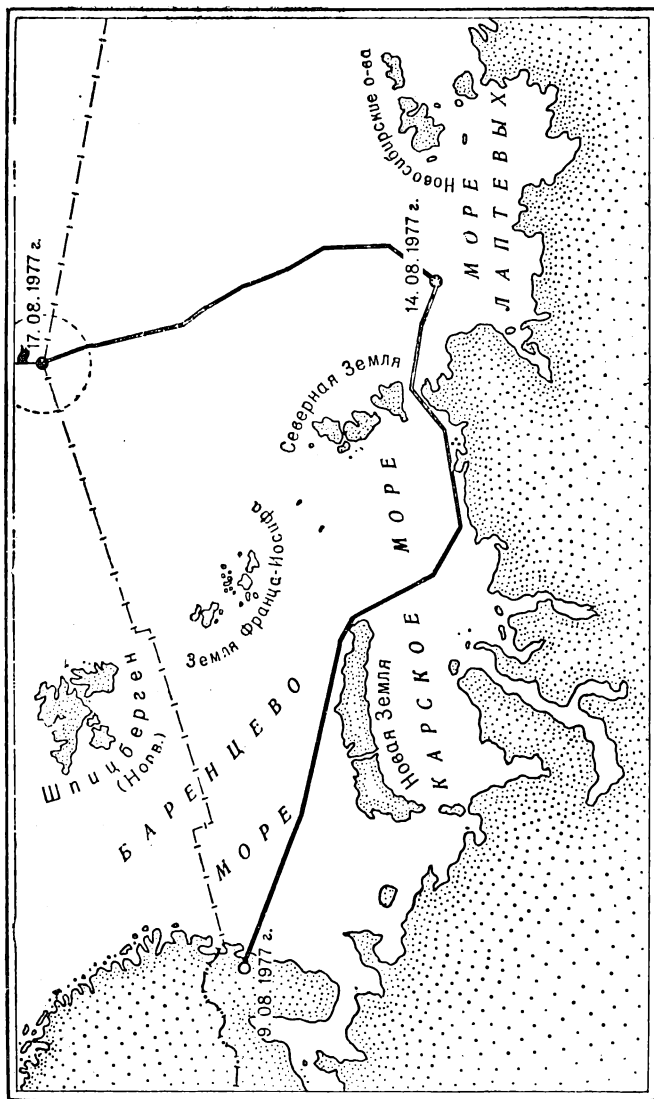


Рис. 15

имя Георгия Седова. В 1977 году научная общественность широко отметила столетие со дня рождения выдающегося полярного исследователя. Продолжатели дела Седова — работники Колымской гидрографической базы — на мысе Столбовой на высокой скале установили шестиметровый обелиск, стилизованный под «розу ветров». На этом самом месте в 1900 году в ознаменование завершения работ экспедиция Седова разместила памятный крест. Он, к сожалению, не сохранился.

В наше время сбылась многовековая мечта человечества: впервые достигнут Северный полюс на надводном судне — советском атомном ледоколе «Арктика» (рис. 15). Это произошло 17 августа 1977 года. Специальные радионавигационные системы и аппаратура точно определили, что ледокол находится в той точке Земли, где сходятся все меридианы и откуда все дороги ведут только на юг.

Впервые за всю историю мореплавания корабль преодолел мощный ледовой покров Центрального полярного бассейна и в активном плавании подошел к самой «вершине» земного шара. Над Северным полюсом под звуки Гимна Советского Союза на 10-метровом флагштоке затрепетало на ветру полотнище Государственного флага СССР.

Никогда в этой точке Земли не собиралось столько людей. Список участников похода, представляющих многие национальности нашей Родины, оставлен в капсуле на Северном полюсе. Туда же поместили проект новой Конституции Союза Советских Социалистических Республик, центральные газеты с материалами обсуждения Основного Закона нашей жизни, текст недавно утвержденного Гимна СССР, а также снимок атомного ледокола «Арктика», сделанный на полюсе. На дно Северного Ледовитого океана опущена памятная металлическая плита. На ней — Герб Советского Союза и золотом отливающие слова: «СССР, 60 лет Октября. А/л «Арктика».

Широта 90° N. 1977 г.»¹. Итак, Северный полюс закреплен материальным географическим символом.

С незапамятных времен мореплавателей и путешественников волнует момент пересечения нулевой параллели — экватора. Вот как рассказывал об этом великий русский писатель И. А. Гончаров, обогнувший земной шар на фрегате «Паллада» в 1852—1855 годах: «Мы все высыпали наверх и вопросительно смотрели во все стороны, как будто хотели увидеть тот деревянный ободок, который, под именем Экватора, опоясывает глобус». Бороздят сегодня океанические воды научно-исследовательские, пассажирские и другие суда, оснащенные новейшей техникой, но по старинной традиции каждый раз бородатый царь морей Нептун потрясает трезубцем и окунает мореплавателей и туристов в соленую купель при пересечении ими нулевой параллели.

На протяжении более чем трех тысяч километров граничат две величайшие части света — Европа и Азия. Географический рубеж начинается от побережья Северного Ледовитого океана и идет по восточному склону Уральского хребта к Каспийскому и Черному морям.

Первым границу по Уральским горам провел русский географ петровских времен Василий Татищев. Этот замечательный человек хорошо знал свою землю. Он заметил: реки с Урала текут в двух направлениях, одни — в Печору и Каму, другие — в Обь. «На западной стороне рыба в реках красного тела: лососи, хариусы. В восточных реках, хотя наружным видом подобны западным — таймени, нельма, муксуны, но как телом белы и вкусом различны. Замечено было: растительность за горами тоже меняется. Сие и сему подобные обстоятельства подают причину утверждать сие горы за границу между Азией и Европой». Татищев первым назвал их — Уральские горы от татарского «урал» — пояс.

¹ См.: Правда, 1977, 19, 20, 21, 23, 28, 30 авг.



Рис. 16

В настоящее время границу между Европой и Азией условно проводят по восточному склону Уральских гор. В этом районе можно увидеть несколько столбов-obeliskов с указанием частей света. Они ценны как исторические памятники. Так, первый столб был установлен в середине XIX века на Московском тракте в 40 км от нынешнего г. Свердловска на Ясной поляне недалеко от старого села Слобода на берегу реки Чусовой. В годы гражданской войны он был разрушен. Позже на том самом месте возведен гипсово-цементный обелиск с надписью «Европа — Азия» (рис. 16).

Вблизи места «встречи» частей света протекает много туристских троп, построена автомобильная дорога. Здесь часто останавливаются автобусы. Кое-кто из пассажиров палкой проводит черту на дороге и важно «путешествует» через «границу», а зимой, чтобы согреться, бегают из Европы в Азию и обратно. Вспугнутые нарядные свистульки взлетают от людских голосов с «европейской» рябины и, покружившись над поляной, перелетают на «азиатскую». Но есть особый туристский праздник, рожденный тут, на границе двух частей света. Все началось с дружеской переписки туристов Москвы и Свердловска: «Давайте встретимся на границе». Встреча была веселой, интересной. И вот уже который год в первое воскресенье февраля к столбу, что в 40 км от Свердловска, едут не

только москвичи и уральцы, но и представители самых отдаленных уголков нашей страны. На высоком берегу реки Чусовой неподалеку от столба разместилась туристская база Коуровская. Отсюда начинаются увлекательные маршруты по красивейшим местам нашей Родины. Сюда приезжают отдыхать круглый год, но особенно много туристов бывает в летние погожие дни. До шестисот любителей водных и пеших походов ежедневно собираются здесь. Одни плывут вниз по Чусовой на плотах и байдарках, путешествуя по европейской части страны, другие с рюкзаками отправляются в поход в Азию. Столбик с надписью «Европа — Азия» заставляет радостно биться их сердца.

Экватор, тропики Рака и Козерога, Полярные круги проходят по многим странам. Но лишь на территории Советского Союза есть два уникальных символа — центры двух частей света — Европы и Азии. Поистине велика наша страна!

Когда едешь по Закарпатья из Ясини в Рахов, не устаешь восхищаться очарованием этих мест: бурной Тисой, мохнатыми горами, зелеными полонинами. Но есть одно особенно примечательное место вблизи села Делового в урочище Малый Поток. Это — центр Европы. Недалеко от дороги стоит каменный столб. На мраморной доске латинская надпись. Инструктор-экскурсовод привычно переводит: «Постоянное, точное, вечное место. Очень точно, со специальным аппаратом, который изготовлен в Австрии и Венгрии, со шкалой меридианов и параллелей установлен здесь центр Европы. 1887 год».

За тысячи километров от Рахова, в самом центре Азиатского континента, окруженная зубчатыми хребтами, лежит древняя Тува — край лесов и водопадов, глубоких озер и бурных рек. Кызыл — столица Советской Тувы — раскинулся на широких террасах по левому берегу Улуг-Хема и занимает выгодное центральное поло-

жение и в Тувинской котловине, и во всей Тувинской АССР. В прошлом захолустный городок, современный Кызыл — национальный центр экономики, науки и культуры. Широки и просторны его зеленые улицы, кварталы многоэтажных каменных домов гармонично вписываются в окружающий ландшафт. Здание кызыльского педагогического института, новые школы, больницы, кино-театры, детские учреждения — все это построено в годы Советской власти.

Подолгу стоят туристы у обелиска на берегу реки: на постаменте — скульптурное изображение земного шара, устремленный в небо шпиль и надпись на русском, тувинском и английском язы-

ках: «Центр Азии». Именно здесь определена географическая точка, одинаково удаленная от солнечных берегов Босфора и льдов Берингового пролива, от заснеженной тундры мыса Челюскин и знойного Сингапура. Нет ни координат, ни пространной надписи. Но, слушая плеск Енисея, окидывая взглядом высокие хребты, веришь: здесь сердце Азии.

Центр Азии, как говорят скупые сведения, рассчитал английский путешественник Каррутерс. Он и установил гранитный столбик в тайге под Кызылом. Потом, уже в наше время, центр Азии обозначили в самом Кызыле (рис. 17).

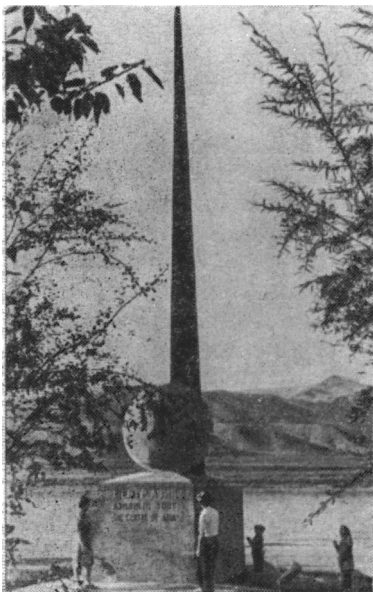


Рис. 17

В Советском Приморье вблизи одного из самых старых дальневосточных поселений Ольга есть бухта, глубоко врезанная в сопки, которые поросли дубняком. Над ней небольшой парк с двумя братскими могилами русских моряков, похороненных более ста лет назад, и партизан гражданской войны, а недалеко — астрономический знак с точными координатами места, поставленный в начале века, — $104^{\circ} 50' 20''$ от Пулкова.

Мыс Дежнева — самая восточная материковая точка нашей Родины. Здесь установлен необычный маяк — памятник землепроходцу Семену Дежневу, который открыл пролив, отделяющий Азию от Америки. Тут начинается новый день Советской страны, и жители поселка Уэлен встречают его на 10 часов раньше москвичей.

ПОДЗЕМНЫЕ ШТУРМАНЫ

Истоки тоннелестроения, первоначально заключавшегося в создании подземных выработок, уходят в глубокую древность. Задолго до нашей эры в Вавилонии¹, Египте, древней Греции подземные работы выполнялись для добычи полезных ископаемых, сооружения гробниц и храмов, а позже — для целей водоснабжения и транспорта. Значительные тоннельные работы вели римляне. Они создали ряд дорожных, водопроводных и дренажных тоннелей, часть которых сохранилась и до нашего времени.

Так, в VI веке до нашей эры на острове Самос (одно из древнегреческих островных государств) вода в город поступала из источника, находившегося за горой Кастро, по водопроводу, проложенному в километровом тоннеле. Замечательно, что строили тоннель с обеих сторон одновременно и оба участка почти точно сошлись под землей! Это свидетельствует о предварительном определении направления тоннеля, то есть о решении задачи инженерной геодезии, которая и сейчас считается отнюдь не простой.

¹ Вавилония — древнее рабовладельческое государство в южной части Месопотамии, которое существовало во II тыс.—VI веке до нашей эры (территория современного Ирака).

В конце средних веков, в связи с расширением международных связей и стремлением к укорочению торговых путей, начинается строительство судоходных тоннелей через водоразделы. Первый такой тоннель длиной около 160 м был построен во Франции в районе Лангедокского канала в 1679—1681 годах.

Особенно активно развивалось тоннелестроение с появлением железных дорог. Первый в мире железнодорожный тоннель (1190 м) построен в 1826—1830 годах в Англии на линии Ливерпуль — Манчестер. Почти одновременно развернулось их строительство во Франции и других европейских странах.

В 1857—1871 годах был сооружен тоннель Мон-Сенис (12 850 м), соединивший Францию с Италией; в 1872—1882 годах тоннель Сен — Готард (14 984 м) соединил Италию со Швейцарией.

В России первый железнодорожный тоннель построен в 1862 году (Ковенский двухпутный длиной 1280 м).

Из транспортных тоннелей, построенных в нашей стране за последние десятилетия, наиболее значительны: однопутный железнодорожный тоннель Росвумчоррский (5000 м), пять однопутных тоннелей на железной дороге Абакан — Тайшет (общая длина их 8640 м), высокогорный Сусамырский автодорожный тоннель (2562 м).

Советские тоннелестроители создали ряд крупных тоннелей за рубежом: комплекс Асуанских тоннелей в Египте наружным диаметром 17 м, высокогорный тоннель на Гиндукуше в Афганистане (2676 м). При участии советских специалистов строятся метрополитены Будапешта и Праги.

Тоннели (железнодорожные, метро, гидротехнические и другие) сооружаются встречными забоями на отдельных участках, которые к окончанию всех работ должны соединиться в одно целое инженерное сооружение. И делают это без привычных земных ориентиров, но с большой точностью, так как даже незначительные от-

клонения в направлениях проектных осей недопустимы. В фантастическом романе известного немецкого писателя Бернгарда Келлермана «Тоннель»¹ рассказывается о строительстве тоннеля под Атлантическим океаном. Прокладывая его одновременно от Бермудских и Азорских островов, строители не встретились в расчетной точке, хотя расстояние между островами было определено с точностью до метра как на поверхности, так и под морским дном. Почему же так случилось? Дело в том, что при выполнении подземных работ нужны точные геодезические вычисления и контроль за прокладкой тоннеля как по направлению, так и по высоте, с учетом проектных данных. Герои Келлермана этим пренебрегли.

Геодезистов, выполняющих подземные съемки и измерения, называют маркшейдерами (рис. 18). Их работа ответственная. О специфике ее можно узнать из книг: Афанасьев В. Т. и др. Геодезия и маркшейдерия при строительстве тоннелей и метрополитенов. М., Недра, 1965; Лебедев Н. Н. Курс инженерной геодезии, М., Недра, 1974.

В Советском Союзе сооружение тоннелей является необходимым звеном в строительстве подземных инженерных сооружений, связанных с дальнейшим развитием народного хозяйства. На 3000-километровой Байкало-Амурской магистрали предусмотрено построить более 15 км железнодорожных тоннелей.

Запланировано создать Катарский тоннель (2 км), Байкальский (7 км) и Северо-Муйский (15 км), равного которому по сложности гидрогеологических условий нет в мире. Тоннели почти такой длины есть в Альпах и Японии, но на строительстве БАМа впервые в мировой практике работы ведутся в условиях многолетней мерзлоты, в мощных скальных породах с перепадами температуры от 30—35° летом до —50° зимой.

¹ Келлерман Б. Тоннель. Куйбышевское книжное изд-во, 1958.

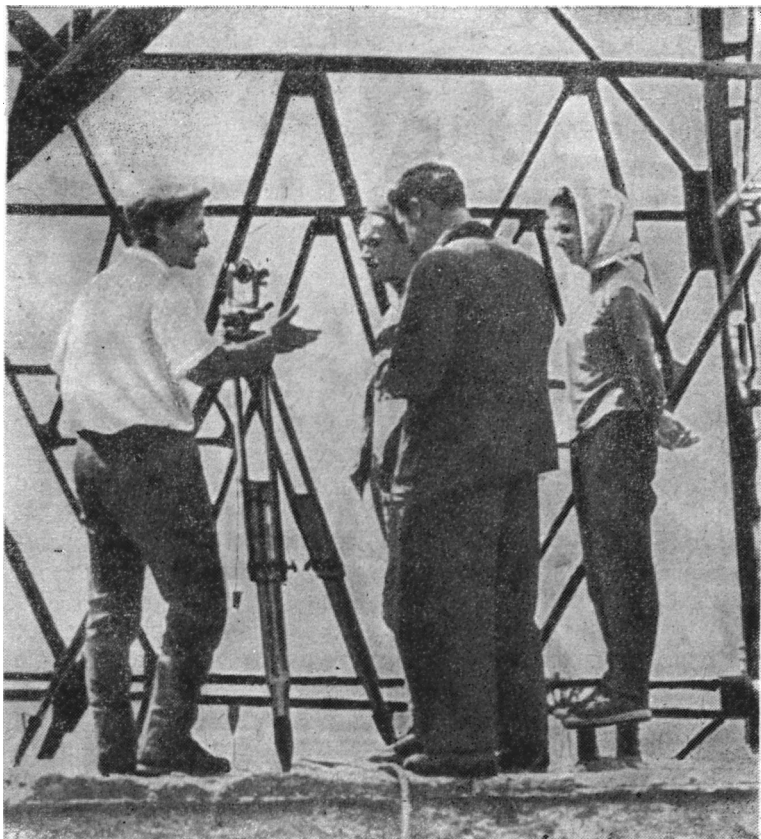


Рис. 18 Маркшейдеры

Под Вардениским хребтом сооружен уникальный 48-километровый тоннель Севан — Арпа, предназначенный для пополнения водой озера Севан в Армении. Суров и труднодоступен этот район. Вокруг скалы, кряжистые горы, стремительные речки. Три тысячи мет-

ров над уровнем моря! Мировая практика пока не знает примеров строительства гидротоннелей такой длины и в таких сложных рельефных и климатических условиях.

Основная цель маркшейдерских работ при проектировании тоннелей — получить необходимый топографо-геодезический материал, а при строительстве — правильно перенести в натуру оси трассы и очертания запроектированного тоннеля.

Наиболее важными и ответственными являются действия, связанные с обеспечением сбойки, предусмотренной по техническим условиям с точностью в плане ± 100 мм, в профиле — ± 50 мм.

При строительстве высокогорного тоннеля в Афганистане под Гиндукушем через перевал Саланг контрольная сбойка двух участков показала высокую точность. Главный маркшейдер Виктор Семенов вывел оба участка с отклонением на 10 мм по высоте и 8 мм по горизонтали. Поистине ювелирная сбойка! Министр общественных работ Афганистана, узнав об этом, сказал: «Результаты сбойки будут свидетельствовать всему миру, что советские люди точны не только в запуске своих космических ракет, но и в трудных подземных работах. Поистине это большой день для народа Афганистана!» (Правда, 1964, 2 янв.)

Во время прокладки подземных трасс первой очереди Ленинградского метрополитена (Автово — Площадь Восстания) «подземные штурманы» с такой точностью рассчитали направление горизонтальных проходок, что осевые линии тоннелей сошлись с точностью до 16 мм при допустимой 3 см.

Особое значение в тоннелестроении приобрели геодезические работы в связи с внедрением индустриально-щитового метода и применением скоростных методов сооружения тоннелей. Геодезист следит, чтобы не был допущен крен ствола шахты, проверяет правильность

укладки каждого тубинга, «держит» щит в нужном направлении.

При строительстве тоннелей специалисты следят за смещениями точек геодезического обоснования, за изменениями временных и постоянных креплений строящихся тоннелей; в процессе строительства снимают контуры разработанной породы, а по окончании строительства — контуры внутреннего очертания отделки тоннеля; по данным этих съемок подсчитывают объемы выполненных строительных работ и составляют чертежи, необходимые для сдачи тоннеля в эксплуатацию, а также каталоги геодезического обоснования, закрепленного в тоннеле и на поверхности.

Таким образом, на трассу тоннеля геодезисты-маркшейдеры выходят первыми. Они же и заканчивают цикл строительных работ.

Маркшейдерское умение необходимо также в горном деле. Изображению на картах, планах или разрезах формы залежей, пространственного их распределения и свойств полезного ископаемого всегда предшествует маркшейдерская съемка.

ШАГИ ПО КОСМОСУ

Тысячелетия трудится геодезия над решением своей основной задачи: какая же форма Земли и каковы ее размеры? Известно, что обычными геодезическими инструментами на поверхности Земли довольно точно могут быть вычислены линейные расстояния в пределах 40—80 км, а с помощью радиогеодезических измерений — в пределах 800 км. Но для определения размеров нашей планеты, кроме астрономо-геодезических данных, необходимы сведения о внешнем гравитационном поле Земли, то есть о силах притяжения ее массы в любой точке земного шара и вне земного пространства. Чтобы их получить, человеку пришлось подняться в небо и научиться «шагать» по космосу, используя для этой цели искусственные спутники Земли (ИСЗ). Наблюдая за спутником одновременно с двух различных точек нашей планеты, можно определять координаты других (рис. 19).

Пусть пункты A и B расположены на материке, где установлены станции с радиолокационной и фотографической аппаратурой, позволяющей определять (фиксировать) одновременно ИСЗ на небесной сфере с точностью до тысячных долей секунды. Известны расстояние AB и координаты пунктов A и B . Нужно определить координаты пункта C , расположенного на отдаленном от материка острове. Все три станции одновременно ведут наблюдение из пунктов A , B и C за ИСЗ в точках S_1 и

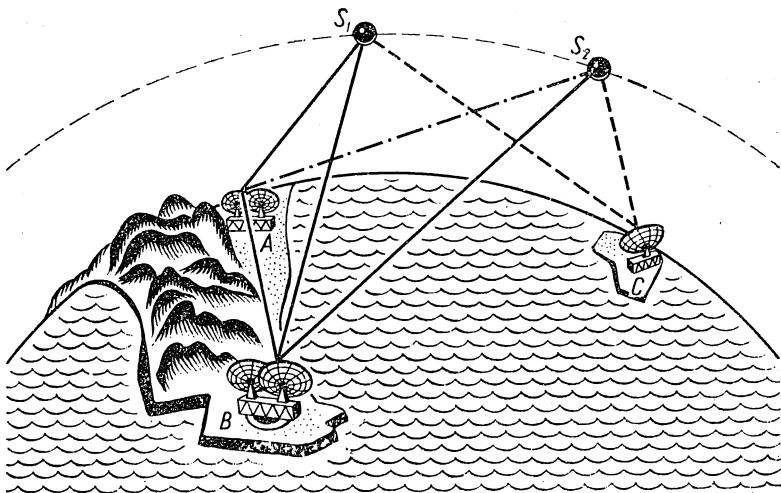


Рис. 19

S_2 . Соединив умозрительно эти точки с пунктами, получим систему треугольников, стороны которых соответствуют расстояниям между станциями и спутником, с общей вершиной в точках на орбите S_1 и S_2 .

По направлениям с пунктов A и B из решения треугольников AS_1B и AS_2B можно определить координаты спутника в точках его орбиты S_1 и S_2 .

Теперь, определяя треугольник S_1CS_2 по данным наблюдений с пункта C , можно узнать и его координаты. По известным координатам пунктов нетрудно вычислить и расстояния AC и BC , так как они являются сторонами треугольников AS_1C , AS_2C и BS_1C , BS_2C .

Подобные измерения между точками на одном материке выполняются с ошибкой не больше 15 см, а на разных материках — 50 м. Такая ошибка не всегда удовлетворяет требования геодезии. Для увеличения точнос-

ти работ все станции должны иметь одинаковую аппаратуру и производить съемку одновременно со всех точек. Разница между моментами съемки (фиксации ИСЗ на станциях) в тысячную долю секунды уже приводит к ошибке в координатах на 7—8 м. Очень перспективен лазерный дальномер, опытный образец которого установлен в обсерватории при Ужгородском университете. Основной рабочий элемент дальномера — рубиновый лазер. Мощность оптического передатчика позволяет наблюдать за ИСЗ, удаленными от нашей планеты на тысячу и более километров, а также с точностью до 2—3 м определять расстояния до искусственных космических объектов.

Лазерный локатор, предназначенный для наблюдения за ИСЗ, создается в обсерватории астрономического института Чехословацкой Академии наук в Онджееве. Новый прибор позволит измерять расстояния до спутников Земли с точностью в несколько метров.

Итак, метод космической триангуляции дает возможность установить точные геодезические связи между материками, геодезическими системами различных государств и создать единую мировую геодезическую систему для картографирования поверхности всей планеты. Снимки из космоса природной среды Земли с изображениями отдельных территорий используются при уточнении и детализации современных, во многом еще несовершенных карт. Ведь до сих пор до 50% суши все еще не отображено достаточно достоверно и точно на картах.

Благодаря исследованиям, проведенным на ИСЗ, ученые-геодезисты получили возможность уточнить форму и размеры Земли, а также изучить аномалии силы тяжести. Линия поверхности геоида идет то выше, то ниже того эллипсоида, на который геодезисты «накладывают» результаты своих измерений. Разница в высотах поверхностей геоида и эллипсоида может достигать 100—150 м. Искусственный спутник, пролетая над плане-

той, «чувствует» влияние неровностей геоида и, соответственно, замедляет или увеличивает скорость своего полета. Так, по результатам, полученным из американского спутника «Авангард», разница между экваториальным и полярным радиусами не 21,47 км, как считалось раньше, а 21,39 км. Таким образом, сплюснутость Земли не $\frac{1}{298,3}$, а $\frac{1}{298,2}$.

Установлено, что форма Земли грушеобразная, что у Северного полюса 17-метровая выпуклость, а у Южного — такая же вогнутость. Экватор тоже — не круг, а эллипс. Наибольший экваториальный радиус Земли метров на 100 больше, чем минимальный. Оказалось, что к югу от Индии находится большое понижение (59 м ниже уровня моря), а в Центральной Франции — повышение (35 м над уровнем моря). Есть повышение в Новой Гвинее и Австралии, а у Южного полюса — впадина (30 м). Исследованием этих фактов занимаются советские и зарубежные ученые. Нет сомнения в том, что в скором будущем целый ряд проблем космической геодезии будет успешно решен.

Изменения, которые происходят в древнейшей науке геодезии, удивительны. От шага верблюда до «шага» в космосе! Это и понятно. Кругозор человечества расширяется, небывалыми темпами шагает вперед современный научно-технический прогресс. Мы обогатились новыми сведениями об окружающем нас космическом пространстве. Ведь человек должен хорошо ориентироваться не только у себя дома — на Земле, но и в бесконечных просторах космоса, которые он собирается осваивать.

* * *

Вот и закончилось наше путешествие в мир топографии и геодезии. Основная задача этих наук — наиболее точно выполнять линейные и угловые измерения не толь-

ко на поверхности Земли, но и под Землей, над Землей и в космосе. По данным исследований создаются точные планы и карты, а также решается ряд инженерно-технических задач, необходимых в народном хозяйстве, в деле обороны страны и освоения космоса. Топография, геодезия и картография выполняют почетную и большую задачу в коммунистическом строительстве СССР.

Бурное развитие топографо-геодезического, картографического дела и планомерная подготовка кадров для него тесно связаны с победой Великой Октябрьской социалистической революции. 15 марта 1919 года декретом Совета Народных Комиссаров, который подписал В. И. Ленин, было учреждено Высшее геодезическое управление «для изучения территории РСФСР в топографическом отношении, в целях поднятия и развития производительных сил страны, экономии технических сил и денежных средств и времени». Этот декрет заложил основу для развития и широкой деятельности производственного органа, призванного осуществлять важнейшую народнохозяйственную задачу по созданию государственной топографической карты СССР. Таким органом в настоящее время является Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР.

Выполняя решения XXV съезда КПСС, советский народ преобразует лик родной земли. Байкало-Амурская магистраль, КамАЗ, Саяно-Шушенская ГЭС, гигантские территориально-производственные комплексы Сибири, комплексное развитие сельского хозяйства и связанных с ним отраслей промышленности в Нечерноземье РСФСР — эти и многие другие начертания Партии и Правительства претворяются в жизнь при активном участии топографов и геодезистов. Везде нужны их знания и умения.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем совершенствовании обучения, воспитания учащихся общеобразовательных школ и под-

готовки их к труду» подчеркивается необходимость решительного поворота школы к обоснованному выбору юношами и девушками специальностей, необходимых людям. Хочется верить, что некоторую лепту в это дело внесли и мы, рассказав о профессиях геодезистов, топографов и картографов и тем самым вызвав у вас интерес к этому, хотя и трудному, но большому, важному делу.

Если у вас возникли вопросы, ответов на которые нет в этой книге, воспользуйтесь учебными пособиями по топографии, геодезии, картографии. А лучше всего стать членом профильного кружка юных топографов-геодезистов. Он может быть создан при любой школе или Доме пионеров, станции юных туристов. Программу для этого кружка подготовила ЦДЭТС МП УССР, а издательство «Радянська школа» издало ее в 1978 году. Программа кружка рассчитана на учащихся VIII—X классов (теоретические и практические занятия) и предусматривает 216 учебных часов в год.

Цель программы — на основе сведений, полученных на уроках географии и начальной военной подготовки, расширить знания учащихся по топографии и геодезии, дать практические навыки по ориентированию на местности, научить читать и пользоваться топографическими картами, туристскими схемами, составлять простейшие чертежи местности, ознакомить с основными топогеодезическими инструментами и их использованием.

Члену кружка, который проявил способности и интерес к работе топографа-геодезиста, может быть выдана характеристика для поступления на учебу по избранной профессии.

Высококвалифицированных геодезистов и картографов в нашей стране готовят два вуза.

Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК) — один из старейших вузов нашей страны. В мае 1979 года за заслуги в подготовке высококвалифицированных специалистов на-

родного хозяйства, за значительный вклад в развитие науки и в связи с 200-летием со дня основания институт наградили орденом Ленина. Этот вуз готовит инженеров на факультетах: геодезическом (специальности — астрономо-геодезия со специализациями — морская геодезия, космическая геодезия и прикладная геодезия); аэрофотогеодезическом (специальности — аэрофотогеодезия и исследование природных ресурсов); картографическом (специальность — картография со специализациями — проектирование и составление карт и издание карт); оптического приборостроения (специальность — оптические и оптико-электронные приборы). Адрес: 103064, Москва, К-64, Гороховский переулок, 4.

В Новосибирском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии есть факультеты: геодезический (специальность — инженерная геодезия), аэрофотогеодезический (специальности — астрономо-геодезия, аэрофотогеодезия и картография); оптический (специальности — оптические приборы, спектроскопия и приборы точной механики); заочный факультет (специальности — аэрофотогеодезия и инженерная геодезия).

На территории Украинской ССР картографо-геодезическую специальность можно приобрести в Киевском ордена Ленина государственном университете имени Т. Г. Шевченко (географический факультет) или в Киевском инженерно-строительном институте (факультет городского строительства). Специальности — инженерная геодезия, астрономогеодезия и аэрофотогеодезия можно получить во Львовском ордена Ленина политехническом институте на геодезическом факультете.

Кроме того, в нашей стране есть ряд средних специальных учебных заведений, куда могут поступить окончившие восемь или десять классов общеобразовательной школы: Киевский топографический техникум (252113, г. Киев-113, ул. Дружковская, 6), Ленинградский топографический техникум (193015, г. Ленинград, С — 15,

ул. Салтыкова-Щедрина, 51), Московский топографический политехникум (103051, г. Москва, К-51, 3-й Колобовский пер., 16), Новосибирский топографический техникум (630005, г. Новосибирск—5, ул. Крылова, 9), Семипалатинский топографический техникум (490000, г. Семипалатинск, ул. Заря, 4), Ташкентский топографический техникум (700000, г. Ташкент, ул. Володарского, 6), Тбилисский топографический техникум (380000, г. Тбилиси, проспект Чавчавадзе, 25), Томский топографический техникум (634000, г. Томск, ул. Розы Люксембург, 13).

А тем, кто желает принять участие в строительстве Байкало-Амурской железнодорожной магистрали, рекомендуем Киевский строительный техникум транспортного строительства. Здесь есть специальности: изыскание и строительство железных дорог, строительство тоннелей и метрополитенов, маркшейдерское дело.

При поступлении в техникумы окончившие восьмилетнюю школу сдают экзамены по украинскому, русскому или языку республики, в которой находится техникум (диктант), математике (устно); окончившие среднюю школу — по языку (сочинение) и математике (устно); окончившие среднюю школу с оценками «4» и «5» принимаются в экспериментальные группы без экзаменов.

Окончившие высшие и средние специальные учебные заведения получают назначение на должность инженеров, старших техников, техников в организации и подразделения Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР, которые расположены на территории всего Советского Союза, а также в городские геодезические службы, изыскательские и строительные организации, в органы коммунального хозяйства и пр.

Молодые специалисты ударным трудом делают вклад в общее дело коммунистического строительства и подтверждают свою идейную зрелость, верность ленинским заветам и идеалам партии.

СОДЕРЖАНИЕ

Кем быть?	3
Первый колышек	6
«И все на карту исправно поставить» . . .	13
Первопроходцы	20
Жизнь во имя будущего	20
Сын Кавказа	24
Исследователь Уссурийской тайги . . .	31
Светлый образ труженика и писателя . .	35
С душой о будущем	39
Изыскатели	41
На благо людям	41
Герои среди нас	43
Романтика дальних дорог	46
От аэроснимка к карте	48
Топография и гидротехника	50
Без компаса и карты	53
Что такое геодезия и топография? . . .	59
А какова наша Земля?	59
Все начинается с измерений	65
Чем и как измеряют углы?	71
В тайгу за цифрами	73
Меридианы и параллели	75
Система полярных координат	77

Система прямоугольных координат	79
Координатная сетка	79
Ажурные вышки и треугольники на Земле	82
Третье измерение	87
Линии равных высот	88
 Адреса географических символов	 93
Подземные штурманы	102
Шаги по космосу	108

АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ РОЩИН

ЛЮДИ ПЕРВОЙ ТРОПЫ

*Твоя
будущая
профессия*

Зав. редакцией географии *Т. В. Шаповаленко*. Редактор *Р. Е. Рыбина*. Лит. редактор *Т. П. Нелина*. Художеств. редактор *В. С. Пулер*. Обложка художника *А. А. Сердюка*. Технич. редактор *А. Г. Фридман*. Корректоры *Т. Н. Демченко, Р. И. Борисенко*

Информ. бланк № 1298

Сдано в набор 05. 09. 79.

Подписано к печати 08. 07. 80.

БФ 07222

Формат 70×108¹/₃₂. Бумага № 1, типогр. Гарнитура литературная. Способ печати высокий. Условн. лист. 5,25+0,175 вкл.

Уч. изд. лист. 4,83+0,31 вкл.

Тираж 45000

Изд. № 25323. Зак. 398.

Цена 20 к.

Издательство «Радянська школа» Государственного комитета Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 252053, Киев, ул. Юрия Коцюбинского, 5. Темплан 1980 г. Львовская книжная фабрика «Атлас» республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 290005, Львов, Зеленая, 20.

Рощин А. Н.

Р81 Люди первой тропы.— К.: Рад. школа, 1980.— 117 с., ил.— (Твоя будущая профессия).

В обл.: 20 к. 45 000 экз.

Об особенностях работы топографов и геодезистов, о знаниях и качествах, необходимых людям этих профессий, о лучших их представителях рассказывается в книге, предназначенной учащимся старших классов общеобразовательной школы,

Держ. респ. 6-ка
УРСР ім. КІРС

ББК 26.1
912

ДЛЯ ВАС, УЧАЩИЕСЯ

В 1980 году выйдут в свет книги:

В серии «Твоя будущая профессия»

Труженики леса. (Язык укр.). 15 к. (ориент.).

В книге рассказывается об основных профессиях лесного хозяйства: лесничем, таксаторе, работнике лесных питомников, лесомелиораторе, а также об экономике лесного хозяйства и пр.

Авторы подают сведения об особенностях работы, профессиональной подготовке, требованиях, предъявляемых к тем, кто посвятил себя лесному делу. Освещается значение леса как составной части биосферы, важной отрасли народного хозяйства.

Предназначается для старшеклассников.

Библиотека учащегося

Грибова Л. А. Ты живешь среди людей. (Язык укр.). 15 к. (ориент.).

Как найти свое место в жизни? Как стать необходимым людям, приносить им пользу? Как обогатить свой духовный мир, воспитать в себе черты характера советского человека? Ответы на все эти вопросы, волнующие молодежь, вы найдете в предлагаемой книге.

Адресуется старшеклассникам, учащимся профтехучилищ, учителям, родителям.

Слово к юному другу. (Составитель А. Т. Губко. Язык укр.). 25 к. (ориент.).

В книжке продолжается разговор с юным читателем, начатый в «Слове к юному другу» (Язык укр., вып. 1., 1974 г., вып. 2, 1977 г.). Ветераны войны и труда, выдающиеся люди нашего времени делятся со старшеклассниками своими раздумьями о моральных идеалах и духовном богатстве советского человека, о радостях творческого труда, о жизненном пути, который избирает молодежь после окончания средней школы.

Издание адресовано учащейся молодежи.

Книжку могут использовать также учителя, комсомольские работники в воспитательной работе с учащимися.

В 1981 году выйдут в свет книги:

В серии «Твоя будущая профессия»

Бергер И. Н. Работать в торговле интересно. 15 к. (ориент.).

На интересном фактическом материале автор рассказывает об

особенностях и содержании труда работников торговли, о требованиях, которые предъявляются к человеку, овладевшему различными специальностями в этой области. Приводятся сведения об условиях труда и перспективах профессионального роста, о путях овладения профессиями работников торговли

.Предназначена для учащихся 8—10 классов общеобразовательной школы.

Волеваха В. А., Волеваха Н. М. Моя профессия — метеоролог. (Язык укр.). 15 к. (ориент.)

Об особенностях сложной и интересной профессии метеоролога-климатолога, условиях работы, организации международной метеорологической службы узнают старшеклассники из этого издания.

Игнатенко П. Р., Пищик Л. Г. Профессия сферы быта. (Язык укр.). 15 к. (ориент.).

В книге рассказывается о роли службы быта в современной жизни, о содержании и характере труда тех, кто занят в этой области.

Книга предназначена для учащихся 8—10 классов общеобразовательной школы.

Носаль В. И. На страже здоровья людей. 20 к. (ориент.).

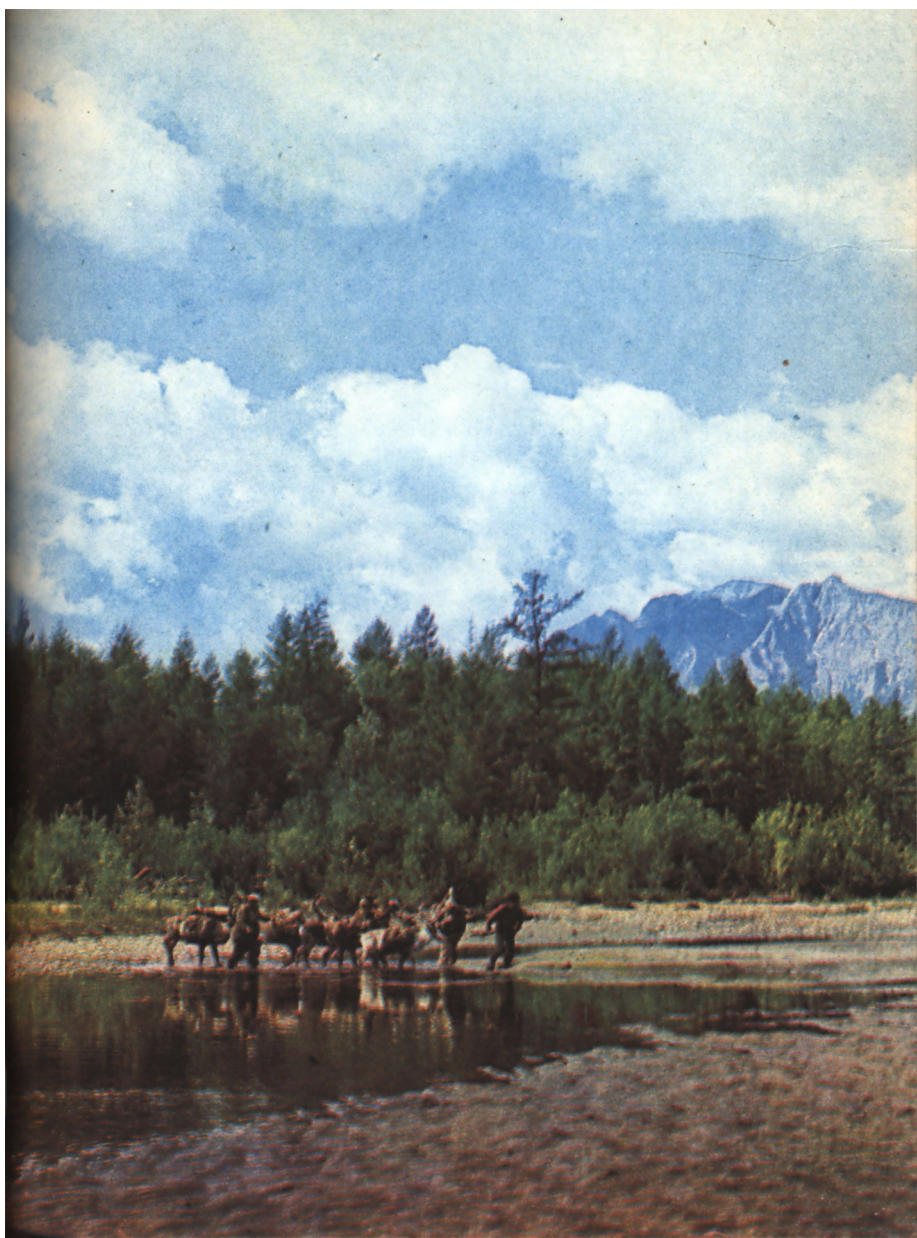
Книга посвящена медицинским профессиям среднего звена. Она знакомит с обязанностями медсестер в клиниках и поликлиниках, в детских учреждениях и на производстве, с условиями их труда, этикой медицинского работника. Помещены очерки о медсестрах, фельдшерах, нянях. Показаны возможности приобретения медицинских профессий.

Предназначена для учащихся общеобразовательной школы.

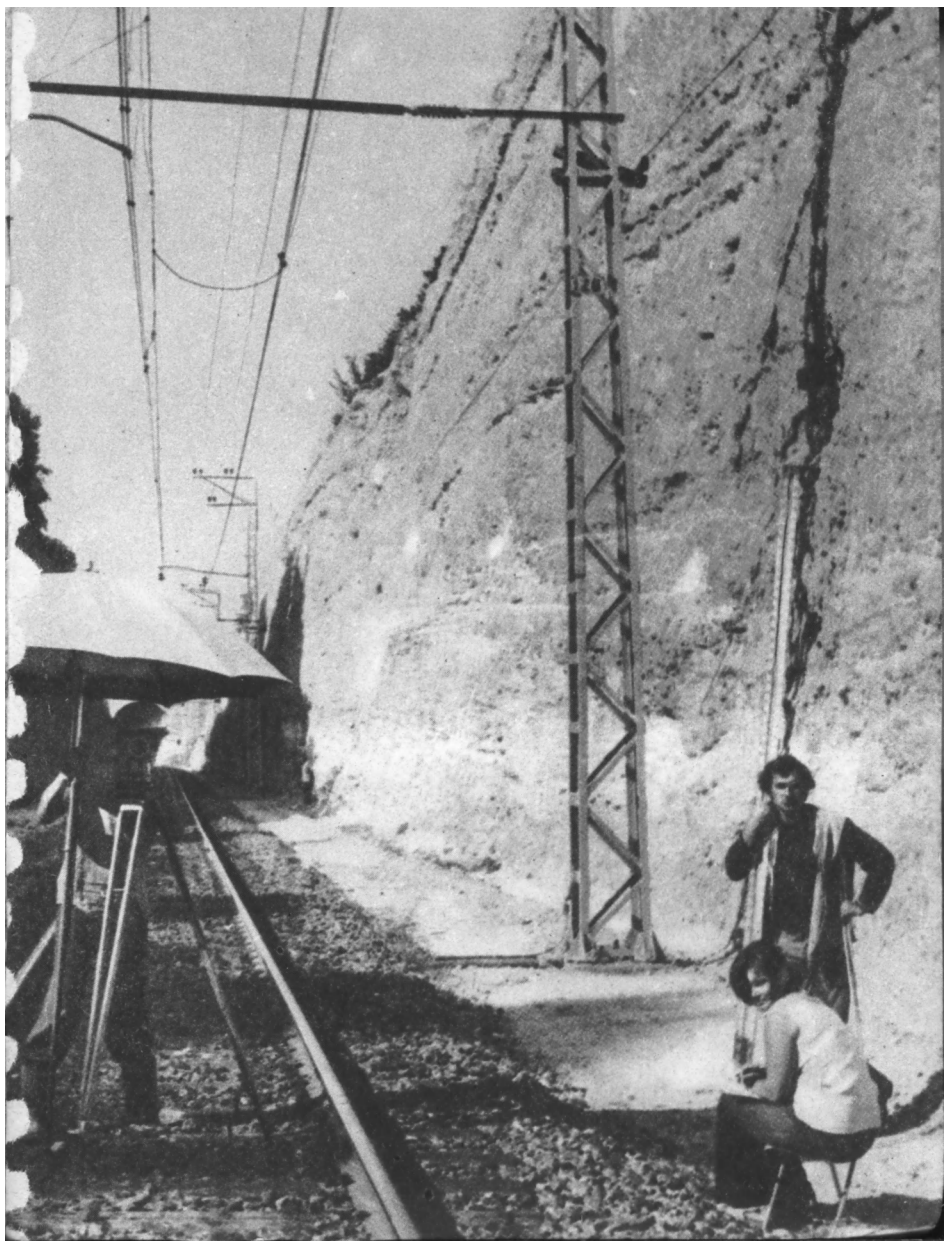
Эти издания можно приобрести и заказать в местных книжных магазинах. Если их там нет, советуем обращаться в магазины и отделы «Книга-почтой» соответствующего облкниготорга или облпотребсоюза либо в специализированный магазин «Книга-почтой» (252117, Киев, Попудренко, 26).











20 к.



Вид местности с самолета (аэрофотоснимок)

