

И. С. ПАНДУЛ  
В. В. ЗВЕРЕВИЧ

---

ИСТОРИЯ  
И  
ФИЛОСОФИЯ  
ГЕОДЕЗИИ  
И  
МАРКШЕЙДЕРИИ



Электронный аналог печатного издания: Пандул И. С., Зверевич В. В. Исторические и философские аспекты геодезии и маркшейдерии. — СПб.: Политехника, 2008. — 333 с.: ил.

УДК 528; 622.1  
ББК 26.1; 33.12  
П16



**ПОЛИТЕХНИКА**  
**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
Санкт-Петербург 2012

[www.polytechnics.ru](http://www.polytechnics.ru)

**Рецензенты:** заведующий кафедрой инженерной геодезии Петербургского государственного университета путей сообщения профессор *М. Я. Брынь*; ведущий научный сотрудник ОАО МНЦ ВНИМИ, горный инженер-маркшейдер кандидат технических наук *Г. П. Жуков*

**Пандул, И. С., Зверевич, В. В.**

**П16** Исторические и философские аспекты геодезии и маркшейдерии. — СПб.: Политехника, 2012. — 333 с.: ил.

ISBN 978-5-7325-0884-0

В книге изложена история возникновения и развития геодезии и маркшейдерии. Впервые в отечественной литературе освещены философские аспекты геодезии и маркшейдерии. Исследованы связи философии и геодезии, философии и маркшейдерии с древнейших времен на разных этапах развития. Отмечено диалектическое единство этих наук с мировоззрением общества. Показано, как в ходе совершенствования приборов и методов измерений вызревали философско-методологические задачи совершенствования знаний. Рассмотрена роль человеческого фактора в геодезических и маркшейдерских работах. Приведены основные современные проблемы в этих областях.

Книга полезна студентам и аспирантам геодезических, географических и маркшейдерской специальностей, а также работникам топографо-геодезического производства.

УДК 528; 622.1  
ББК 26.1; 33.12

ISBN 978-5-7325-0884-0 © Издательство «Политехника», 2012

*История науки не ограничивается перечислением успешных исследований. Она должна сказать нам о безуспешных исследованиях и объяснить, почему некоторые из самых способных людей не смогли найти ключа знания и как репутация других дала лишь большую опору ошибкам, в которые они впали.*

Д. К. Максвелл

## ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ

### 1.1. ПРЕДМЕТ ГЕОДЕЗИИ И ЕЕ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ. ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИИ

Знание истории той или иной отрасли необходимо для дальнейшего развития науки. Настоящее зарождается в прошлом, а от событий прошлого и настоящего зависит наше будущее. Геодезия, одна из древнейших наук, тесно связанная с потребностями человечества, имеет богатую историю. В данной работе предпринята попытка кратко изложить историю геодезии с философской точки зрения. Пусть читателя не смущает упоминание о философском аспекте геодезии. Современное определение философии звучит так:

*философия — форма общественного сознания, направленная на выработку взглядов на мир и на место в нем человека.*

С этой позиции мы будем рассматривать цели, задачи и методы геодезии и на первый план поставим вопросы: что такое геодезия? что она дает человечеству? каковы ее истоки?

Сущность философии геодезии заключается в том, что от мировоззренческой установки того или иного периода истории прямо зависит отражение окружающей объективной действительности в виде карты или плана. В подтверждение этого достаточно вспомнить карты мира Средневековья, в центре которых помещался Иерусалим (рис. 1.1), или круг-



Рис. 1.1. Монастырская карта мира. Англия. XIII век

лые арабские карты, где за центр мира принимали Мекку. Каждая цивилизация создает свое мировоззрение, свою картину мира, которая соответствует потребностям ее функционирования.

На рис. 1.1 представлена самая ценная и знаменитая карта мира из английской рукописи XIII века — прекрасный образец средневековой монастырской карты, хорошо сохранившийся до наших дней. Карта выполнена на тонком пергаменте, ее диаметр 1,3 м. В центре — град Ierusalem, все остальные географические объекты размещены вокруг него. На карте можно обнаружить Дунай и Днепр, Дон и Волгу, Черное и Каспийское моря, Армению и Самарканд. Подлинник карты содержит 500 иллюстраций, много мифологических сюжетов, а также текстовую информацию о дорогах, торговле, растениях и животных, которые могут встретиться путнику в дальнем путешествии. Любопытно отме-

тить, что в восточной части карты конкретно указан христианский рай — Paradis.

С другой стороны, расширение круга познаний, совершенствование картографических работ, несомненно, конструктивно влияли на философские представления человека о мире.

Обратим внимание еще на один частично исторический, частично философский вопрос: как человек достигает надежных познаний об окружающем его мире? Здесь философия выступает в виде критика и координатора интеллектуальных предпосылок развития науки, в частности геодезии.

*Геодезия — наука об измерениях, проводимых в целях изучения формы, размеров и внешнего гравитационного поля Земли, изображения отдельных частей ее поверхности в виде планов, карт и профилей, а также решения инженерных задач на местности.*

Впервые слово «геодезия» встречается у Аристотеля (384–322 до н. э.). В сочинении «Метафизика», где Аристотель рассматривал вопросы, относящиеся к проблемам бытия и познания, он лишь единожды упомянул термин «геодезия» [2], которое образовано из греческих слов «ге» — Земля и «десомос» — разделение. Дословно что-то вроде «землеразделения», но Аристотель подразумевал под этим не простое межевание, а *искусство измерения*. В «Метафизике» он противопоставляет геодезию как прикладную науку, имеющую дело с конкретными площадями и объемами, геометрии — науке сугубо теоретической. Примерно в то же время появился и термин «география». В другом своем сочинении «О небе» [3] Аристотель обоснованно доказал шарообразную форму Земли.

Таким образом, можно сформулировать главные задачи геодезии: дать точное определение формы и размеров нашего космического дома — Земли — и наглядное представление о земной поверхности. В этом заключается важнейший философский аспект геодезии — познание мира во всем его многообразии путем сбора знаний человечества о Земле. В этом смысле карта была и остается наилучшим инструментом для описания окружающего пространства. Для достижения такой великой цели шли в неведомые дали отважные изыска-

тели, порой становясь жертвами стихий, фанатизма и национализма местного населения в борьбе за крупницы добытых знаний. С этой точки зрения геодезия — наука об исследовании с помощью карт взаимосвязей явлений в природе и обществе, их размещения и изменения во времени. Развитие материалистических взглядов на происхождение Земли, следовательно, тоже философский аспект геодезии.

Приведенное выше определение геодезии не единственное. Вот для примера определение геодезии XVIII века.

*Геодезия* есть наука, показывающая правила, каким образом означать границы и сочинять самоисправнейшие планы с подробным изображением различных местоположений, в пределах тех границ содержащихся.

Определение в научном плане суженное. Вот определение XX века, современное:

*Геодезия* — наука, применяющая специализированные методы для определения и контроля окружающего пространства и его элементов, отображения метрической структуры в цифровые и геометрические модели, а также изыскания и перенесения метрики проектных структур в натуру.

Очень тяжеловесное определение, авторам больше нравится такое определение геодезии:

*геодезия* — наука об определении пространственного положения систем и объектов и об измерении их геометрических характеристик.

Коротко и ясно, включена сюда и наша планета как один из объектов изучения. В настоящее время понятие «геодезия» охватывает цикл геодезических наук, который состоит из следующих основных разделов:

- 1) высшая геодезия;
- 2) геодезическая астрономия;
- 3) топография;
- 4) картография;
- 5) аэрофотогеодезия;
- 6) космическая геодезия;
- 7) геодезическая гравиметрия;
- 8) прикладная геодезия;
- 9) радиогеодезия;
- 10) геодезическое приборостроение.



Рис. 1.2. Взаимосвязь геодезии с другими науками

Геодезия связана со множеством других наук. На рис. 1.2 показаны только основные связи геодезического цикла с другими науками. По существу, найдется мало наук, которые не использовали бы графический и цифровой материал, поставляемый геодезией. Н. И. Лобачевский говорил, что все, что существует в природе, подчинено необходимому условию быть измеряемым. Действительно, без геодезии невозможно развитие горно-рудной промышленности, строительства, транспорта. Или, к примеру, укажем на связь геодезии с юриспруденцией: без кадастровых съемок невозможно юридически обосновать права владения землей.

Геодезист — профессия в первую очередь людей честных. Ведь любая подделка влечет за собой переделки, а если это произошло в далекой экспедиции, в тайге или в пустыне, то повторные измерения потребуют значительных затрат времени и средств. Геодезист должен обладать такими общечеловеческими качествами, как бесстрашие, мудрость, творческое восприятие жизни, умение не только познавать, но и мыслить. Это почетная профессия — измерять неведомые земли и воспроизводить их на карте, с тем чтобы люди не слепо блуждали по свету, а могли точно рассчитать, где и как им лучше и удобнее передвигаться, строить города, прокладывать коммуникации. Здесь хотелось бы указать и на то, что высокая гражданская позиция геодезиста является вместе с тем и социальной позицией.

Одна из задач философии — это раскрытие и критический анализ того или иного исторического периода, а зна-

ние истории геодезии помогает более детально проникнуть в сущность его специфики.

Начатки всех наук надо искать в глубине веков, там, где зарождалась человеческая культура. Геодезия — одна из старейших наук. Первые ростки геодезии появились в эпоху палеолита, примерно 25 тыс. лет назад. Она была тесно связана с повседневной жизнью человека. Кочевые племена занимались охотой и бортничеством, а охота зависела от сезонных миграций животных, поэтому насущной потребностью было умение ориентироваться на местности по небесным светилам. Необходимо было также иметь наглядные изображения местности, объясняющие характер ландшафта, пути следования и указывающие расстояния. Прimitивные чертежи взаимного расположения отдельных пунктов изображались на песке, на коре деревьев, на кости, на камне. В 1962 году чешский археолог Б. Клина в Южной Моравии обнаружил обломок бивня мамонта с изображением меандров реки Дея и прилегающих Павловских холмов. Возраст этой древней карты оценивается 25–27 тыс. лет. Умение составлять такие чертежи и сейчас сохранилось у эскимосов и полинезийцев.

20 тыс. лет назад человек активно охотился на мамонтов. Между двумя притоками Днепра, южнее Киева, обнаружены остатки жилищ того времени. Там найден кусок бивня с рисунком, который можно считать древним планом местности. Примечательно, что по этому плану археологи нашли и раскопали еще одно жилище, ранее им неизвестное. Наглядные изображения своих представлений о земной поверхности встречались 15 тыс. лет назад у древних персов, индусов, китайцев, задолго до появления любых форм письменности. Но от той седой древности сохранилось так мало памятников, что не представляется возможным составить более или менее подробный обзор доисторической эпохи.

Примерно 12 тыс. лет назад древние племена перешли от кочевого образа жизни к оседлому. Зародилось земледелие, которое требовало ирригационных работ. Появились каналы, дамбы — их строительство немислимо без измерительных работ на местности, которые теперь принято называть *геодезическими работами*.



Во многих частях мира сохранились монументальные мегалитические сооружения из огромных каменных плит. Например, Стоунхендж в Англии, где по кругу диаметром 30 м вертикально установлены плиты высотой до 8,5 м и массой 6–7 т. Большинство серьезных исследователей склонны считать Стоунхендж древней астрономической обсерваторией. Оседлый образ жизни заставил людей селиться в городах, окруженных крепостными стенами для защиты от врагов. Люди стали возводить в городах храмы и дворцы, что само по себе требовало производства натуральных разбивочных работ.

Археологические исследования и сохранившиеся документы свидетельствуют о том, что в Китае, Вавилоне, Ассирии и Египте за 7 тысячелетий до нашей эры геодезия достигла достаточно высокого уровня. Установление торговых и хозяйственно-экономических отношений между народами побудило людей изображать очертания тех или иных местностей в их взаимном расположении. Уже в то время выполнялись геодезические работы, связанные со строительством городов, водопроводных каналов, с межеванием земельных участков и маршрутными съемками путей сообщения. Строительство дворцов и храмов требовало участия в строительстве геодезистов высокого уровня.

Весь временной исторический интервал до сегодняшнего дня мы разбили на пять периодов по принципу философского мировоззрения человечества.

**Д р е в н и й п е р и о д** — LXX век до н. э. – V век н. э. Это период зарождения геодезии как науки. Период, когда люди осознали необходимость изучения земной поверхности. Философской основой этого периода является геоцентрическое мировоззрение общества.

**С р е д н и е в е к а** — VI–XV века н. э. Период характеризуется упадком геодезии, возвращением к мифологическому мировоззрению.

**П е р и о д В о з р о ж д е н и я** геодезии — XVI–XVII века. Начало этого периода совпало с эпохой Великих географических открытий. Мировоззрение людей изменяется на гелиоцентрическое.

**Н о в о е в р е м я** — XVIII–XIX века. В этот период развитие науки и усовершенствование геодезических при-

боров позволили точно определять местоположения пунктов на земной поверхности и вести съемку рельефа (гипсометрия), т. е. в геодезии появилось третье измерение.

С о в р е м е н н ы й п е р и о д — XX–XXI века. Основные особенности периода — внедрение методов аэрофотосъемки и космической съемки, бурное развитие радиогеодезии, космической геодезии, электронно-вычислительной техники и электронного приборостроения.

## **1.2. ДРЕВНИЙ ПЕРИОД — LXX ВЕК ДО Н. Э.–V ВЕК Н. Э.**

### ***1.2.1. НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ИСТОРИИ ГЕОДЕЗИИ***

Как отмечалось выше, за 7 тыс. лет до н. э. уже выполнялись геодезические работы, связанные со строительством городов, каналов, дорог. Археологические исследования на территории древней Ассирии показали, что там около 6 тыс. лет до н. э. существовал город Арпачия. В 1988 году при археологических раскопках на юго-востоке Турции в местечке Кайону обнаружен целый город, окруженный остатками крепостных стен. Метод датирования с помощью изотопного анализа показал, что город существовал за 8 тыс. лет до н. э. Эти открытия позволяют нам отодвинуть нижнюю границу исторического периода геодезии к 7-му тысячелетию до н. э., поскольку уже тогда города имели между собой торговые связи, воевали, строили дороги и ирригационные сооружения, что, несомненно, требовало применения геодезических знаний и навыков.

В 4-м тысячелетии до н. э. в междуречье Тигра и Евфрата существовало высокоразвитое государство Аккадия, города которого с многочисленными каменными домами и укрепленными городскими стенами были четко спланированы, что невозможно без производства геодезических разбивочных работ. На глиняных табличках, относящихся к 4-му тысячелетию до н. э., обнаружены планы городов, полей, обводнительных каналов.

Позднее греки систематизировали и дополнили геодезические знания и навыки, создав стройную научную систему. При первых успехах освоения окружающей среды человек наивно решил, что все видимое вокруг создано для него: Земля и звезды, Солнце и Луна. Так возникла геоцентрическая система мира, принимающая Землю за центр Вселенной. Это мировоззрение являлось характерной философской чертой древнего периода, что отразилось в геодезии. Ему соответствовали и древние карты (см. рис. 1.1).

Музеи мира хранят старинные планы и карты. В Британском музее имеются несколько вавилонских карт, вытисненных на глиняных дощечках. Вавилоняне и ассирийцы на своих картах кроме границ государств (вспомните, что геодезия — землеразделение, т. е. установление границ) показывали и экономические сведения о промышленности, податях, налогах. По мере развития торговых отношений такие наглядные чертежи становились все более необходимыми в далеких сухопутных и морских путешествиях.

В Стамбульском музее хранится древневавилонский план, составленный за 3 тыс. лет до н. э. На нем изображены владения одного из царей того времени. План разделен на прямоугольные треугольники и трапеции, площади которых подсчитаны два раза — для проверки. Уже тогда землемеры вели вычисления «в две руки», как мы сейчас говорим.

Рассмотрим состояние геодезии в древний период на примере нескольких развитых древних государств.

### *1.2.2. ГЕОДЕЗИЯ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА*

В далекой древности, 10–12 тыс. лет назад, иссушение климата северо-восточной Африки заставило первобытные племена селиться в пойме полноводного Нила. Их жизнь была сосредоточена на сравнительно узкой полосе земли шириной от 8 до 50 километров, протянувшейся с юга на север на несколько тысяч километров. Лишь дельта реки, образовавшаяся из наносного ила, достигала максимальной ширины 300 км. Рост численности населения обусловил переход к земледелию и скотоводству. В ближайшие за тем тысячеле-

тия в результате смешения племен формируется однородный антропологический тип — египетская народность.

Одомашнивание крупного рогатого скота позволило перейти к пахоте. В эпоху развитого неолита египтяне научились выращивать зерновые культуры — ячмень и пшеницу-полбу, которые служили им основной пищей. Ячмень является древнейшим злаком плужной культуры. Лен стал известен тоже довольно рано как растение, дающее волокно. Со времени возделывания злаков начался новый этап человеческой истории — становление производящей экономики, а присваивающая экономика постепенно отмирала. Геодезия и астрономия — ровесницы этой неолитической революции, превратившей охотников и собирателей в земледельцев, которым необходимо предвидеть смену времен года и преобразовывать окружающую среду.

Особенно важным для экономического развития в Нильской долине была сравнительная близость месторождений меди на Синайском полуострове и отчасти в Аравийской пустыне. Это способствовало раннему становлению металлургии. Руду добывали открытым способом, но наряду с этим прокладывали и подземные галереи (штреки), следовавшие за жилой. Для вентиляции и подъема выбранной породы устраивали вертикальные шахты. Галереи спускались иногда на глубину до 36 м. Сохранился чертеж (разрез) подземной каменоломни, углубленной на 89 м, к которой вел наклонный коридор со ступеньками. Естественно, что такие горные работы сопровождали специальные планы. Составляли подобные чертежи и определяли ежедневную добычу руды древнеегипетские маркшейдеры.

Ранняя оседлость населения позволяет предположить, что именно тогда были начаты ирригационные работы. Появление медных орудий труда значительно повысило производительность труда. К 6-му тысячелетию до н. э. складываются первые характерные черты своеобразной культуры. Тогда же начинает применяться ирригация для осушения заболоченной почвы. Земля нуждалась в непрерывной заботе о себе. Разливы Нила, принося стране плодородие, требовали от населения напряженного труда для предотвращения постоянно грозящих наводнений. Надо было уметь пра-

вильно распределять воду, подавать ее в те места, куда разливы не доходили, запасать ее на время засухи. Еще важнее было отвести ее излишек, не допустить заболачивания полей. Отсюда ясна роль ирригации как основы благосостояния страны. В конце 5-го тысячелетия до н. э. земледельцы осушили долину Нила. Ирригационное земледелие стало основным для древнеегипетского хозяйства. Постепенно долина Нила была разделена продольными и поперечными дамбами на бассейны различной площади — от 2 до 40 тыс. египетских федданов (феддан — 0,42 га). Создание ирригационной системы потребовало развития знаний в области гидравлики, строительного дела и геодезии.

Разливы реки ежегодно изменяли поверхность страны и тем самым вызывали многочисленные и разнообразные споры о границах земельных участков. Восстановить их было нелегко без помощи знающего геометра (геодезиста). Геродот (V век до н. э.) утверждал, что геометрия изобретена в Египте и оттуда она перешла в Грецию.

Древнейшим видом жилища египтян было сооружение из тростникового плетня, обмазанного глиной. Полom служила утрамбованная земля, а крышей — тростниковая циновка. Непрочность глинобитных построек заставила египтян строить стены из кирпича. Основной массив стен состоял из необожженных кирпичей, лишь внешние стены дворов облицовывались обожженным кирпичом для предохранения от размыва. Отличительной чертой всех построек было отсутствие фундаментов. Для защиты постройки при разливах Нила сооружалась платформа. Помещения перекрывали накатом из деревянных балок, для изготовления которых использовали стволы акации, тамариска или пальмы. Сосны привозили с Кипра, а дубы — из Башана. Наиболее ценным деревом для перекрытий строений считали кедр, который привозили из Ливана, и кипарис, который доставляли с гор северной Сирии. Крыши домов всегда были плоскими и для защиты внутренних помещений от жары покрывались толстым слоем земли.

Жилые дома имели открытые внутренние дворики, ориентированные на север. Часто в целях предохранения от размыва их мостили обожженным кирпичом. Бедные дома

были небольшие по размерам —  $8 \times 8$  или  $5 \times 10$  м — и состояли из одной либо двух комнат. Богатые дома с большими дворами и многочисленными комнатами занимали площадь около  $40 \times 60$  м. У богатых дома становились дворцами, и в таких постройках с древних времен встречаются колонны. Вначале их изготавливали из дерева, позднее — из камня. Для сложных построек составляли планы с указанием размеров отдельных частей сооружения. Дворцы и храмы сооружали тоже из кирпича с небольшим добавлением каменных плит. Первое, целиком выстроенное из камня сооружение, — ступенчатая пирамида Джосера (2880 год до н. э.). Все сколько-нибудь значительные постройки — большие дома, дворцы, храмы — строили по заранее намеченному плану со значительной точностью измерений. До наших дней сохранились несколько планов. Довольно интересным является план на деревянной доске, изображающий усадьбу на берегу Нила. Дом, имеющий в длину 29 «локтей» (15 м), размещен во дворе, окруженном стеной. Во дворе растут шесть деревьев. К стене со стороны реки примыкает другой дом, меньших размеров. В стене есть два выхода — один в сад, тоже обнесенный стеной, а другой на улицу, параллельную саду.

К 4-му тысячелетию до н. э. в долине реки Нил возникают города-государства, где процветала самобытная цивилизация. Переход к новым, более прогрессивным формам хозяйства потребовал дополнительные площади обрабатываемой земли, началось строительство новых оросительных каналов и водозащитных дамб. Работы по определению земельных площадей, разбивке площадок под строительство городов, дворцов и многочисленных храмов, строительство дамб и каналов потребовали разработки комплекса геодезических приемов и методов. Это способствовало развитию геодезии в Древнем Египте.

Дома в городах имели площади до 70 кв. м. Небольшие размеры площадей, занимаемых домами, компенсировались этажами. Дома были двух-, трех- и даже четырехэтажные. В подвалах располагались погреба и кладовые. Город — центр с рынком, лавками ремесленников, храмом главного местного божества и резиденцией вождя — окружали тяго-

тевшие к нему поселения, вместе они составляли отдельное государство. 42 таких государства постоянно торговали и воевали друг с другом. В результате войн во второй половине 4-го тысячелетия до н. э. возникли два крупных царства — Северное и Южное. Появляются основные особенности египетской культуры: иероглифическое письмо, религиозные представления, особый художественный стиль. Объединение всей страны завершил в начале XXX века до н. э. царь (фараон) Южного Египта Менес. Именно при нем начали вести древнейшие летописи.

Объединение долины Нила положило начало качественно новому этапу в жизни Египта. Началось создание единой ирригационной системы для всей страны, что способствовало централизации экономики страны. Расширяются связи с соседними странами. Неограниченная деспотическая власть фараонов нашла воплощение в грандиозных гробницах — пирамидах. Первая пирамида, ступенчатая, была воздвигнута для фараона Джосера около 2880 года до н. э. недалеко от современного Каира. Самые большие пирамиды воздвигнуты фараонами Хуфу (Хеопсом), Хафра (Хефреном) и Менкаура (Микерином) в 2720–2560 годах до н. э. Для трудового населения были введены повинности и налоги, а в целях их учета и сбора каждые два года производились переписи людей, земли и скота.

Культура Древнего Египта уникальна, она всегда привлекала внимание человечества. Египет можно с полным правом назвать колыбелью науки. У египтян учились мудрости философы и ученые Древней Греции и Древнего Рима.

Египетские жрецы прилежно наблюдали за звездным небом, и начало этих наблюдений теряется в глубине тысячелетий. Астрономическим наблюдениям благоприятствовали климатические условия Египта. Небо там безоблачно, дождливых дней в году от 12 до 30. Воздух настолько сух и чист, что иногда можно простым глазом различить фазы Венеры. Наблюдения за движением небесных светил позволили накопить начатки астрономических знаний. Звезды были сгруппированы по созвездиям, получившим названия от животных и предметов, очертания которых они напоминали. На потолках египетских гробниц сохранились карты

звездного неба с обозначениями созвездий Быка, Бегемота, Крокодила. Созвездие Большой Медведицы египтяне называли Бычья нога. С помощью звездных карт египтяне определяли время ночью, а днем время определяли по тени солнечных часов.

Древние астрономы отличали звезды от планет, которые они называли «звезды, никогда не пребывающие в покое». Они знали, что все планеты «держатся пути Солнца», т. е. эклиптики. До нас дошли изображения 12 знаков зодиака. Египетские астрономы для наблюдений пользовались визиром в форме рупорообразной трубы. Благодаря наблюдениям за солнечными и лунными затмениями астрономы Древнего Египта знали о Саросском периоде (18 лет и 11 дней), являющемся ключом к предсказанию солнечных затмений.

Астрономия в Древнем Египте, как и у всех народов древности, была тесно связана с календарем. Египетский календарь появился более 5 тыс. лет назад. Год состоял, как и наш, из 365 дней. Он содержал 12 месяцев по 30 дней в каждом и 5 дополнительных дней перед началом каждого нового года. Первоначально первый день года совпадал с началом подъема воды в Ниле. Было подмечено, что утром этого дня на небосводе появлялась самая яркая звезда — Сириус (греческое название — Сотис), по нашему календарю это было 19 июля. Но египтяне в своем календаре не знали високосных лет, он расходился с астрономическим годом на 0,25 суток. Поэтому календарь был переходным, т. е. смена времен года приходилась на разные месяцы. Новый год, возвещенный Сириусом, совпадал с началом астрономического года только через 1461 год.

Египетский календарь соответствовал водному режиму Нила. Он состоял из трех периодов, по четыре месяца в каждом: «ахет» (половодье) — июнь—сентябрь по нашему календарю, «перит» (вхождение) — октябрь—январь и «шему» (сухость) — февраль—май. Такое деление было обусловлено сельскохозяйственной деятельностью людей.

Ежегодные разливы Нила вызывались таянием снегов в горах Эфиопии. Летом многочисленные горные потоки, питаемые тающими снегами высоких Абиссинских гор, несут плодородную грязь (главное сокровище Египта) со склонов



в чашу полноводного озера Тана, из которого вытекает Голубой Нил, и переполняют русло реки. В районе обширного плоскогорья экваториальной Африки, где берет начало Белый Нил, многие месяцы льют тропические дожди, что тоже вызывает подъем воды. Голубой и Белый Нил смешивают свои воды за 2 тыс. км до первых порогов, где начинается Египет. В узком главном русле реки количество воды в период половодья увеличивается в десять раз, Нил выходит из берегов и затопляет всю местность вокруг. Но древние египтяне ничего не знали ни о Голубом, ни о Белом Ниле, ни об Абиссинии. Для них животворный разлив приходил, как чудесный дар бога Ра. Ил, принесенный с гор Абиссинии, содержит в себе все, что необходимо для удобрения полей. В период разливов на каждом гектаре полей осаждался более 20 т ила. Он ежегодно возобновляет продуктивность почвы, не дает ей истощиться. Мощность наносов, скопившихся в течение тысячелетий, достигла 20–25 м. Они и сделали Египет «Черной землей» (так древние египтяне называли свою страну) в отличие от «Красной земли» — окружающих пустынь и чужих стран.

Ежегодные разливы не только удобряли, но и орошали землю. Не будь их, палящие лучи солнца погубили бы посевы, ибо дожди в Египте крайне редки. Наводнение длилось в течение 3–4 месяцев, наиболее высокой отметки Высокий Нил достигал в сентябре. Потом вода постепенно спадала, сев начинался в конце октября.

Жрецы в Фивах и других городах, стоявших на Ниле, измеряли уровень поднявшейся воды в реке и сравнивали его с уровнем паводков предыдущих лет. На основании этих «нилоизмерений» они подсчитывали ожидаемый урожай и величину налога, который предстояло собрать. Ниломер был изобретен в начале 3-го тысячелетия до н. э. Записи его показаний велись в «локтях» и «пальцах». До наших дней сохранился ниломер на острове Родос (вблизи Старого Каира), другой — на юге Египта на острове Элефантина, вблизи первого порога. Родосский ниломер представлял собой колодец, выложенный из каменных плит. Вода в колодце поднималась или опускалась с поднятием или понижением вод Нила. На стенах колодца сохранились древние пометки,

обозначавшие уровень подъема воды. Ниломеры — красно-речивые свидетели как обильных урожаев, так и голодных лет. Высокий подъем воды предвещал обильный урожай и большие доходы.

Средний уровень подъема воды измерялся четырьмя локтями. При подъеме воды выше 8 локтей начиналось наводнение, заливавшее не только поля, но и селения. Тогда люди ютились большей частью на холмах. Во время половодья от поселения к поселению можно было добраться только по дамбам ирригационных систем. Но гораздо больше бедствий приносил низкий паводок, при котором часть земель могла остаться не орошенной и ее ожидала засуха. Стране грозил голод. С началом паводка страну охватывало всеобщее ликование. К октябрю половодье медленно спадало. Сразу после спада воды в октябре–ноябре начинались полевые работы земледельцев. В условиях сухого и жаркого климата, особенно на юге Египта, после спада воды почва быстро высыхала и растрескивалась. Заканчивали посев в декабре. Уборка урожая была большим и радостным событием. Ячмень созревал в апреле, а полба — в мае.

Примерно в одно время с появлением календаря получила развитие геодезия, без которой было не обойтись в земледелии при межевании полей, строительстве оросительных каналов, а позднее при возведении храмов и пирамид. Ежегодные разливы Нила сносили межевые знаки, что побудило египтян разработать точную систему землемерия, позволявшую заново правильно размежевывать поля. Это привело к развитию геодезии, которая пригодилась и при строительстве различных сооружений. При строительстве дворцов и храмов требовалось точно определять их площади и высоты. До нас дошло несколько землемерных планов, составленных свыше 4 тыс. лет тому назад. Для определения площадей участков древние землемеры разбивали планы на геометрические фигуры (прямоугольник, треугольник, трапеция) и определяли площадь участка сложением площадей этих фигур.

Геодезические приборы того времени, с нашей точки зрения, были очень просты — мерные жезлы, мерный шнур (веревка), отвесы, линейка, циркуль. Мерные веревки дли-

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава 1. ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Предмет геодезии и ее связь с другими дисциплинами. Исторические этапы развития геодезии . . . . .	5
1.2. Древний период — LXX век до н. э —V век н. э. . . . .	12
1.2.1. Начальный этап истории геодезии . . . . .	12
1.2.2. Геодезия Древнего Египта . . . . .	13
1.2.3. Геодезия Древней Греции . . . . .	26
1.2.4. Геодезия Древнего Китая . . . . .	40
1.2.5. Геодезия Древнего Рима . . . . .	46
1.3. Средние века (VI—XV века) . . . . .	49
1.4. Период Возрождения геодезии (XVI—XVII века) . . . . .	55
1.5. Геодезия в России в допетровский период (X—XVII века)	63
1.6. Новое время (XVIII—XIX века) . . . . .	74
1.6.1. Геодезические работы в Западной Европе . . . . .	74
1.6.2. Градусные измерения . . . . .	81
1.6.3. Геодезические работы в России . . . . .	93
1.7. Современный период (XX—XXI века) . . . . .	129
1.7.1. Общий обзор . . . . .	129
1.7.2. Аэрофотосъемка . . . . .	135
1.7.3. Развитие геодезии в СССР . . . . .	138
1.8. Проблемные задачи геодезии . . . . .	146
Заключение . . . . .	150
Приложение. Соотношения мер длины и площади . . . . .	152
Список литературы . . . . .	153
<b>Глава 2. ИСТОРИЯ МАРКШЕЙДЕРИИ . . . . .</b>	<b>154</b>
2.1. Определение маркшейдерии и обязанности маркшей- дера . . . . .	154
2.2. Возникновение горного дела . . . . .	176
2.3. Горное дело зарубежья от древности до XVI века . . . . .	188
2.4. Возникновение маркшейдерского дела . . . . .	215
2.5. Развитие маркшейдерии в зарубежье . . . . .	222
2.6. История горной промышленности России . . . . .	228
2.7. Развитие маркшейдерского дела в России . . . . .	247
2.8. Научно-техническая революция и маркшейдерское ис- кусство . . . . .	293

2.9. Эргономический анализ маркшейдерских эргатических систем . . . . .	305
2.9.1. Профессиография . . . . .	305
2.9.2. Эргономическая оценка функционирования маркшейдерской эргатической системы . . . . .	311
2.9.3. Эргономическая оценка рабочего места маркшейдера . . . . .	316
Заключение . . . . .	321
Список литературы . . . . .	324
К читателю . . . . .	326