

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

Кафедра «Инженерная геодезия»

ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

**Учебное пособие для студентов направления
«Землеустройство и кадастры»**

**Санкт-Петербург
ПГУПС
2013**

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Кафедра «Инженерная геодезия»

ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Учебное пособие для студентов направления
«Землеустройство и кадастры»

Санкт-Петербург
ПГУПС
2013

УДК 528.48
ББК 26.12
И89

Р е ц е н з е н т ы:
канд. техн. наук, доцент Национального
минерально-сырьевого университета «Горный» *В. В. Зверевич*;
канд. техн. наук, доцент Петербургского государственного университета
путей сообщения *Н. А. Елисеев*

История геодезии и земельных отношений : учеб. пособие /
И89 Е. С. Богомолова, М. Я. Брынь, П. А. Весёлкин, И. С. Пандул. – СПб. :
Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 124 с.

ISBN 978-5-7641-0494-2

В пособии кратко рассмотрены вопросы развития геодезии и земельных отношений с древних времен до наших дней. Весь исторический интервал разделен на пять периодов по принципу философского мировоззрения человечества.

Освещен вклад в развитие геодезии выпускников и сотрудников первого транспортного вуза страны.

Учебное пособие предназначено для студентов направления «Землеустройство и кадастры».

УДК 528.48
ББК 26.12

ISBN 978-5-7641-0494-2

© Богомолова Е. С., Брынь М. Я.,
Весёлкин П. А., Пандул И. С., 2013
© Петербургский государственный
университет путей сообщения, 2013

Введение

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.

Геодезия – наука об измерениях, проводимых с целью 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 гг. до н. э.). В сочинении «Метафизика», где Аристотель рассматривал вопросы, относящиеся к проблемам бытия и познания, он единожды использует понятие «геодезия», которое образовано из греческих слов *ge* – Земля, и *desmos* – разделение. Дословно что-то вроде «землеразделения», но Аристотель подразумевал под этим не простое межевание, а – дословно – *искусство измерения*. В тексте «Метафизики» 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» – Аристотель обоснованно доказывает шарообразную форму Земли.

Таким образом, можно сформулировать главные задачи геодезии: 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 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 изыскатели, порой становясь жертвами стихий, фанатизма и национализма в борьбе за крупницы добытых знаний. С этой точки зрения геодезия – наука, которая с помощью карт исследует взаимосвязь явлений природы и общества, их размещение и изменения во времени.

Зарождение геодезии приходится на начало формирования древнейших земледельческих государств. Именно характер земельных отношений определял особенности развития геодезии.

Земельные отношения представляют собой систему социально-экономических связей по поводу владения, пользования и распоряжения землей, включая ее куплю-продажу, сдачу в аренду, организацию использования и т. п.

Земельные отношения включают в себя следующие элементы:

- формы собственности на землю;
- отношения хозяйственного использования земли;
- формы управления земельными ресурсами;
- способы и методы регулирования земельных отношений.

К способам и методам регулирования земельных отношений относятся:

- государственный земельный кадастр (в составе государственного кадастра недвижимости);
- землеустройство;
- мониторинг земель;
- государственный контроль за использованием земель.

Остановимся на этимологии слова «кадастр» (фр. *cadastre*). По мнению французского этимолога Блондхейма, за основу должно браться греческое слово *катастикон* – «тетрадь для записей». Ряд ученых полагают, что нужно руководствоваться средневековым латинским словом *капитаструм*, уходящим корнями во времена римского правителя Августа, когда была утверждена единица учета сбора дани за землю *caputigum* и введена перепись населения *caputigum registrum*. Со временем эти слова слились в одно – «*capitastrum*» – и впоследствии – в слово «*catastrum*».

Говоря о современном понимании этого термина, большинство авторов ссылается на определение, данное в 1985 г. международной группой экспертов по кадастру и земельной информации. В этом определении земельный кадастр представляется как систематически поддерживаемый публичный реестр сведений о недвижимости на территории страны или региона, основанный на топографической съемке границ участков собственности, которым присваиваются надлежащие обозначения.

Изложение истории геодезии и земельных отношений представлено по периодам на основе принципа философского мировоззрения человечества:

1. **Древний период** – LXX в. до н. э. – V в. н. э.;
2. **Средние века** – VI–XV вв. н. э.;
3. **Период Возрождения геодезии** – XVI–XVII вв.;
4. **Новое время** – XVIII–XIX вв.;
5. **Современный период** – XX–XXI вв.

Работа между авторами распределилась следующим образом. Кандидат техн. наук доцент Национального минерально-сырьевого университета «Горный» И. С. Пандул подготовил раздел 1 и (вместе с кандидатом техн. наук, доцентом ПГУПС М. Я. Брынем) введение. Над разделом 2 работали доцент ПГУПС Е. С. Богомолова и М. Я. Брынь. Раздел 3 написал М. Я. Брынь за исключением пунктов 3.1.2, 3.1.3, которые подготовил кандидат техн. наук, ассистент ПГУПС П. А. Весёлкин.

1. ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ

Во введении геодезия определена как наука об измерениях, проводимых с целью 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. Это определение геодезии не единственное. Вот для примера определение геодезии XVIII в.:

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

Данное определение в научном плане является суженным. Вот определение XX в., 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 изыскание и перенесение метрики проектных структур в натуру.

Авторам больше нравится такое определение геодезии:

Геодезия – наука об определении пространственного положения систем и объектов и об измерении их геометрических характеристик.

Коротко и ясно, сюда включена и наша планета как один из объектов изучения.

В настоящее время понятие «геодезия» охватывает ряд геодезических дисциплин: высшую геодезию, геодезическую астрономию, топографию, картографию, аэрофотогеодезию, космическую геодезию, геодезическую гравиметрию, прикладную геодезию, радиогеодезию, геодезическое приборостроение и др.

Геодезия связана со множеством других наук. Большинство наук используют графический и цифровой материал, который поставляет геодезия. Н. И. Лобачевский говорил: «Все, что существует в природе, подчинено необходимому условию быть измеряемым». Действительно, без геодезии невозможно развитие горнорудной промышленности, строительства, транспорта. В юриспруденции 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 огромных расходов. Геодезист также 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, чтобы люди не слепо блуждали по свету, а могли точно рассчитать, где и как им лучше и удобнее передвигаться, строить го-

рода, прокладывая коммуникации. Здесь хотелось бы указать и на то, что высокая гражданская позиция геодезиста является вместе с тем и социальной позицией.

Начала всех наук надо искать в глубине веков, там, где зарождалась человеческая культура. Геодезия – одна из старейших наук. Зачатки геодезии появились в эпоху палеолита, примерно 25 тыс. лет назад. Геодезия 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. Также необходимо было иметь наглядные изображения местности, объясняющие характер ландшафта, пути следования, указывающие расстояния. Примитивные чертежи взаимного расположения отдельных пунктов изображались на песке, коре деревьев, кости, камне. В 1962 г. чешский археолог Б. Клима в Южной Моравии обнаружил обломок бивня мамонта с изображением меандров реки Дея и прилегающих Павловских холмов. Возраст этой древней карты оценивается в 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 не известное. 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 требовало производства натуральных геодезических 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 весьма высокого уровня. Торговые и хозяйственно-экономические отношения между народами заставили 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 профессионального уровня.

1.1. Древний период (LXX в. до н. э. – V в. н. э.)

1.1.1. 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 г. при археологических раскопках на юго-востоке Турции в местечке Кайону обнаружен целый город, окруженный остатками крепостных стен. Метод датирования с помощью радиоактивного углерода показал, что город существовал за 8 тыс. лет до н. э. Эти открытия позволяют нам отодвинуть нижнюю границу исторического периода геодезии к VII тысячелетию до н. э., поскольку уже тогда города имели торговые связи, воевали, строили дороги и ирригационные сооружения, что, несомненно, требовало применения геодезических знаний и навыков.

В IV тысячелетии до н. э. в междуречье Тигра и Евфрата существовало высокоразвитое государство Аккадия, города которого были четко спланированы, что невозможно без производства геодезических разбивочных работ. На глиняных табличках, относящихся к IV тысячелетию до н. э., имеются 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. В музеях мира сохранились некоторые 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 – это землеразделение, т. е. установление границ) показывали и экономические сведения о промышленности, податях, налогах. По мере развития торговых отношений такие чертежи становятся совершенно необходимы в далеких сухопутных и морских путешествиях.

В Стамбульском музее хранится древний вавилонский 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.

На египетском папирусе, которому 3 800 лет, содержатся правила полевых съемок. Известен папирус с картой Персии (2 500 лет до н. э.), на которой указана площадь страны. В Туринском музее хранится карта на папирусе времен Рамсеса II, это примерно 1 300 лет до н. э. Карта изображает золотоносные области между Нилом и Красным морем.

Карты на папирусе сравнительно редки, поскольку он недолговечен: хрупок и легко ломается при сгибе, поэтому карта на папирусе представляла собой длинную ленту, которая сворачивалась в свиток. Для лучшей сохранности свиток наматывали на стержень, который греки называли «пуп» и хранили в особом футляре.

Первые кадастровые съемки были сделаны египтянами около трех тыс. лет до н. э. с целью установления границ разрабатываемых земельных участков. При съемках регистрировались подробные данные о земле, включая границы, площади участков и имена их владельцев. Ежегодные паводки в долине Нила требовали повторения геодезических съемок для восстановления границ земельных участков. В 1700 г. до н. э. фараон Сизострис повелел разделить всю землю на прямоугольные участки и сдавать ее в аренду. Особая комиссия устанавливала границы земель после разливов Нила. Если воды размывали прибрежные участки, то пострадавшие арендаторы сообщали в комиссию о случившемся. Тогда специально посланные люди измеряли оставшиеся участки и определяли, на сколько меньше земли стало у каждого владельца, чтобы брать с них подати соразмерно оставшимся частям.

Возведение грандиозных и сложных пирамид невозможно даже представить без выполнения разбивочных геодезических работ. Повторные обмеры египетских пирамид позволили установить, что точность линейных измерений характеризовалась тогда относительной ошибкой 1 : 3000, угловых – ошибкой 3–4', измерения превышений – 3–5 мм. Египтяне могли с высокой точностью измерять и откладывать на местности линии значительной длины – до 15 км. Окружающий мир за пределами своей страны древние египтяне знали плохо. Земля обетованная представлялась полосой, ограниченной с севера Средиземным морем, с востока и запада – соответ-

ственно, Аравийской и Ливийской пустынями, а с юга Сиеной (теперь – Асуан).

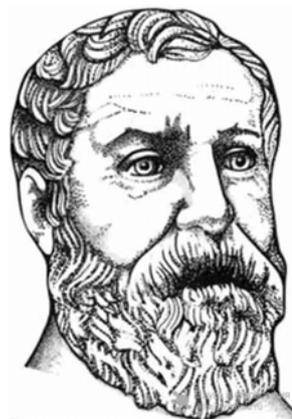
Рассмотрим состояние геодезии в древний период на примере нескольких развитых государств.

1.1.2. Геодезия Древней Греции

В Греции практические приемы измерения Земли получили первое теоретическое обоснование и положили начало геометрии. Геодезические приборы того времени с нашей точки зрения были очень просты: мерные жезлы, мерный шнур (веревка), отвесы, гномон (вертикальный шест), линейка, циркуль. Мерные веревки длительное время выдерживали в натянутом состоянии, потом натирали воском или смолой. Такая веревка позволяла при постоянном натяжении измерять расстояние с относительной ошибкой 1 : 3 000. При съемках, разбивке участков и восстановлении границ широкое распространение получил землемерный крест, или грома, выполняющий роль современного эккера для построения прямых углов. Прямые углы строили и с помощью веревки, узлы на которой расположены в отношении 3 : 4 : 5 единиц. Существуют и другие соотношения сторон прямоугольного треугольника: 5 : 12 : 13; 7 : 24 : 25; 8 : 15 : 17; 12 : 35 : 37.

Для нивелирования применялся ватерпас – прибор в виде буквы А с отвесом при вершине и меткой на перекладине для регистрации вертикальной линии. Большую точность при геометрическом нивелировании давал хорабат. Это был прибор длиной 6 м из разрезанного вдоль ствола бамбука или корытообразный желоб. В желоб наливали воду и с его помощью выполняли нивелирование. Хорабат – прообраз современного нивелира. Вода в спокойном состоянии всегда занимает уровненное положение.

Правда, среди исторических документов отсутствуют данные о применении реек в сочетании с водными нивелирами. Позднее появилась диоптра Герона – далекий прообраз теодолита. Книги Герона Александрийского (I в. н. э.) подводят итог всему, что было достигнуто в геодезии ранее. В сочинении «О диоптре» он излагает правила земельной съемки, дает описание диоптры – прибора для измерения горизонтальных и вертикальных углов. В нем имелись даже микрометрические винты. Диоптру можно было применять и для нивелирования, для чего в комплекте с ней шли рейки, по внешнему виду напоминавшие современные. На рейке была подвижная цель, которая совмещалась с визирной осью прибора, после чего реечник брал отсчеты по рей-



Герон
Александрийский
(2-я пол. I в. н. э.)

ке. Диоптра Герона широко применялась при сооружении каналов, зданий, при оценке неприступных расстояний. В сочинении «Метрика» Герон приводит правила и формулы для расчета различных геометрических фигур. Влияние работ Герона Александрийского как практических пособий по геодезии можно проследить в Европе вплоть до XVI в.

Перечисленным выше простым набором инструментов решалось все многообразие геодезических задач, а принципиальные элементы, заложенные тогда в съемочные работы, сохранились до сих пор. Они действительно просты: предполагают использование углов (направлений), сторон (расстояний) и превышений.

Халдеи пробовали даже вычислять окружность Земли. По их вычислениям она равнялась 48 млн шагов верблюда. Но только греки примерно с VIII в. до н. э. смогли заложить фундамент геодезии, придать ей научное обоснование. Этот фундамент оказался настолько прочным, что его не смогла разрушить даже дикость средневековья.

Именно в Греции к мифам и легендам о дальних странах отнеслись критически и впервые попытались изобразить земную поверхность на листе папируса или пергамена более или менее достоверно, правдоподобно.

Последняя задача оказалась еще не по силам древним грекам. В те далекие времена, несколько тысячелетий тому назад, они ограничивали кругозор исключительно своей страной. Даже об Италии у них были смутные представления, а об Африке они знали лишь как об узкой полосе земли за морем. Землю древние греки представляли себе плоским кругом, покрытым водой. В центре этого круга возвышался другой круг – собственно Земля, которую пешеход мог якобы обойти за один год. Представление о круге было вызвано линией горизонта. Гомер называл воду, омывающую обитаемую землю Ойкумену, рекой Океан. За ней находилось царство тений, недоступное для человека. Такое представление о мире долго жило не только среди людей древнего мира, но и в Средние века, несмотря на то, что шарообразность Земли была доказана. Это лишний раз свидетельствует о том, насколько консервативны наши представления.

Первые карты мира появились у греков в VI в. до н. э., но по существу это были схематические рисунки. Греческое слово *Chrta* означает лист папируса (позднее бумаги). Анаксимандр (ок. 610–546 гг. до н. э.) представлял Землю как цилиндр с основанием в три раза больше его высоты. Цилиндр этот образовался якобы от соединения холода, влаги и сухости и свободно плавает в пространстве. Анаксимандр первым составил карту Земли в виде омываемого водой круга. Он изготовил первую физическую карту Греции в прямоугольной проекции. В этой проекции глаз наблюдателя расположен бесконечно высоко, и контуры земной поверхности проектируются на плоскость пергамента или бумаги при помощи перпендикуляров, опущенных из всех точек сферической поверхности, в результате

чего в середине карты контуры представлены в неискаженном виде, а к краям карты сокращаются.

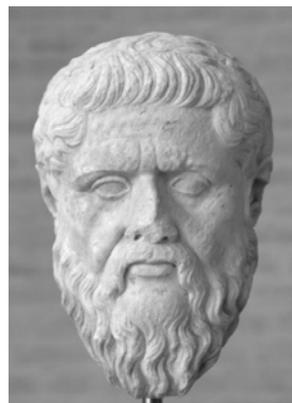
На последующих греческих картах, по свидетельству Геродота (485–425 гг. до н. э.), Земля изображалась в виде большого острова, окруженного водой и разделенного соединяющимися внутренними морями. Такие круглые карты были в ходу даже во времена Аристотеля и позднее. Геродот, по праву называемый отцом истории, описал те местности, которые сам посетил. Известная в его время Земля простиралась на север до юга современной России, на восток – до р. Инд, на запад – до Геркулесовых столбов (Гибралтар), на юг – до области Нила.

Знаменитый греческий философ Платон (427–347 гг. до н. э.), ученик Сократа и учитель Аристотеля, представлял Землю в виде куба, но новая научная идея о шарообразности Земли уже завоевывала господство. Шарообразность Земли признавал Пифагор Самосский и его школа (VI в. до н. э.), но ему не хватало научного авторитета, чтобы закрепить господство идеи. Таким авторитетом стал Аристотель (384–322 гг. до н. э.), сын известного македонского врача Никомаха. Труды Аристотеля оказывали огромное влияние на развитие науки в течение веков. В своих работах Аристотель приводит длину земной окружности в 400 тыс. стадий. Это древнейшая известная нам оценка размеров земного шара.

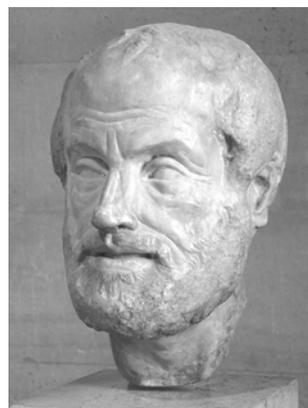
Она оказалась сильно завышенной. Если считать, что Аристотель пользовался распространенной тогда египетской мерой – стадией, равной 157,5 м, то получим значение 63 тыс. км; на самом деле длина земной окружности равна 40 тыс. км. Позднее ученые античной эпохи получили значения, более близкие к истине.

Расширению сведений о Земле у Аристотеля, несомненно, помогли походы Александра Македонского, познакомившие греков с новыми странами. Александр Македонский прошел со своими войсками более 32 000 км. Его армию сопровождали специалисты, составлявшие описания маршрутов и карты захваченных территорий. Аристотель был воспитателем Александра. Интересная деталь: говоря о шарообразности Земли, Аристотель высказал мысль о том, что океан, омывающий с одной стороны берега Испании, с другой омывает берега Индии, и это за 1 800 лет до Колумба!

Одновременно с передовыми для того време-



Платон
(428 или 427 –
348 или 347 гг.
до н. э.)



Аристотель
(384–322 гг. до н. э.)

ни высказываниями в трудах Аристотеля содержится и много ложных заключений. Так, он считал, что глаз является источником световых излучений. В то время это было общепринятое мнение. Только в XI в. аль-Хайтам опроверг это ошибочное утверждение. Он геометрически и аналитически доказал, что свет отражается предметом и попадает на сетчатку глаза.

В IV в. до н. э. положено начало построению картографических проекций. Ученик Аристотеля Дикеарх Мессинский (350–290 гг. до н. э.) ввел на своих картах «диафрагму» – линию, проходящую через Средиземное море от Геркулесовых столбов через о-в Родос до восточных окраин Азии. Перпендикулярно к ней расположены линии, соответствующие нынешним меридианам. Линии были разделены на стадии, что облегчало нанесение пунктов на карту. Отсюда появились названия «долгота» и «широта», первоначально – длина и ширина Средиземного моря. Дикеарх же впервые в тесной связи с астрономическими наблюдениями произвел важную геодезическую работу – попытался определить размер земного шара с помощью измерений. Он измерил зенитные расстояния одной и той же звезды на разных широтах: вблизи Лизимахии у Дарданелл и в Сиене. Разность зенитных расстояний по измерениям Дикеарха составила 24° . Приняв расстояние между Сиеной и Лизимахией в 200 тыс. стадий, Дикеарх получил длину окружности Земли равной 300 тыс. стадий. Градусами в то время не пользовались, выражая углы в долях окружности. Мы приводим здесь значения в градусах для удобства восприятия.

Греческий астроном Аристарх Самосский (310–230 гг. до н. э.) первым высказал идею гелиоцентризма. Он учил, что Земля совершает суточное вращение вокруг своей оси и годичное обращение вокруг Солнца, которое находится в центре Вселенной. Все планеты тоже вращаются вокруг Солнца, кроме Луны, которая движется вокруг Земли. Таким образом, Аристарх является творцом гелиоцентрической системы мира, которую впоследствии отстаивал Николай Коперник. Гелиоцентрические взгляды Аристарха были чрезвычайно смелыми для его времени и не отвечали общепринятому мнению. Обвиненный в ереси, он бежал из Афин.

Александр Македонский в 332 г. до н. э. основал в Египте греческую колонию Александрию, которая благодаря своему центральному положению на торговых путях того времени приобрела широкую известность среди ученых. Сюда приходили из дальних плаваний корабли, прибывали купцы и путешественники, приносящие всевозможные сведения и сообщения. Сюда стремились ученые, которые в 323 г. до н. э. образовали тут Александрийскую школу. При разработке точных наук александрийцы признавали лишь опыт и наблюдения. К Александрийской школе принадлежали Эратосфен, Архимед, Птолемей, Эвклид, написавший классическое сочинение по геометрии.

Астроном, геодезист, математик Эратосфен Киренский (276–194 гг. до н. э.) в 240 г. до н. э. измерил часть меридиана и на основании этого вычислил окружность Земли, весьма близкую к действительности. Рукописи Эратосфена утрачены, и мы знаем лишь то, что говорят о нем другие авторы. Эратосфен знал, что в Сиене есть колодец, дно которого в день летнего солнцестояния освещается Солнцем, т. е. в этот день в Сиене Солнце находится в зените. В тот же день в Александрии, расположенной примерно на том же меридиане, Солнце отклоняется к югу от зенита на $1/50$ часть окружности, т. е. на $7^{\circ}12'$. Дугу окружности в Александрии Эратосфен измерял с помощью прибора скофис – чаши полусферической формы, в центре которой установлен стержень. Тень от стержня показывала дугу отклонения Солнца от зенита. Эратосфен знал также, что расстояние между Сиеной и Александрией равно 5 тыс. стадий, отсюда он получил окружность Земли, равную 250 тыс. стадий. Эратосфен жил в Александрии, многое перенял из египетской культуры, скорее всего, в своих расчетах он применял египетскую стадию (157,5 м). Чуть позже Эратосфеном или кем-то близким ему по времени длина земной окружности была принята равной 252 тыс. стадий (39 690 км).

Метод, которым пользовались Дикеарх и Эратосфен, применяется и в современной геодезии, его называют «градусные измерения». Принцип градусных измерений прост, он позволяет найти длину 1° , а потом вычислить радиус Земли. Необходимо измерить длину дуги меридиана на местности и определить, сколько в ней укладывается градусов, минут и секунд. Далее легко вычислить длину 1° , а затем и всей окружности или ее радиус. Само слово «градус» в переводе с латыни означает «шаг», или путь Солнца по эклиптике за одни сутки. В дни равноденствий Солнце встает точно в точке востока, садится точно в точке запада, проходя за день над горизонтом половину окружности, в которой укладывается 180 таких «шагов». Поэтому полную окружность стали делить на 360 частей – градусов.

Огромные знания Эратосфена в области астрономии, геодезии и географии позволили ему создать карту Земли, которая, изменяясь лишь в деталях, служила до конца I в. н. э. На этой карте размер Ойкумены взят в 2 раза большим по долготе, чем по широте. Земля изображалась как овальный остров с внедряющимися в него морями: Средиземным на западе, Красным и Персидским на юге, Каспийским на севере, причем последнее непосредственно соединялось с Северным океаном. Карта имела сетку меридианов и параллелей, пересекающихся под прямым углом. Однако географическая сетка Эратосфена не имела в основе научных принципов. Их заложил другой александриец – Гиппарх (180–125 гг. до н. э.).

Гиппарх был величайшим астрономом древности, по существу, основоположником геодезической астрономии. Он превзошел своих предшественников и современников в искусстве наблюдений, составил звездный

каталог, где весьма точно указал положение 1022 звезд, ввел деление звезд на шесть групп по их яркости, открыл явление прецессии. Гиппарх первым стал определять местоположение пунктов земной поверхности из астрономических наблюдений, причем назвал расстояние от экватора к полюсам до данного пункта широтой, а расстояние к востоку или к западу от начального меридиана – долготой. Он первым предложил для определения долготы наблюдать за затмениями Луны. Гиппарх усовершенствовал астрономический прибор. Он применил визирование через зрительную трубу (к сожалению, без оптики) для устранения боковой засветки, а для повышения точности визирования ввел в нее перекрестие нитей. Кстати, уже в то время существовал прототип современного нитяного дальномера.

Гиппарх на своих картах впервые разделил экватор на 360° (ранее его делили на 60 частей), причем принимал 1° равным 700 стадий, что отвечает примерно 110 км (современное значение – 111 км). На карте Гиппарха уже показаны, пусть и условно, берега Англии, Исландии и Шотландии. Однако хотя шарообразность Земли в целом была признана, размеры и формы обитаемой ее части не были определены. Землю изображали то в виде острова, то в виде трапеции или круга. Ученые допускали существование неизвестных материков, населенных антиподами, к югу от экватора. Первым, кто принял Землю за шар при создании карты мира, был Мартин Тирский (I–II в. н. э.) Он же первым нанес на карту полную градусную сеть.

Во времена римского владычества греки потеряли политическую независимость, но в научном первенстве не уступили и дали миру таких крупных ученых, как Страбон и Птолемей. Страбон (63–14 гг. н. э.), живший на рубеже старой и новой эры, при создании карты земного шара изобразил известную ему часть Земли в виде огромного острова размерами по долготе от берегов Испании до восточных окраин Индии 70 тыс. стадий и по широте от южной части Ливии до Ирландии 30 тыс. стадий.



Птолемей
(87–165 гг. н. э.)

Другим известным ученым был астроном, геодезист и географ Клавдий Птолемей (87–165 гг. н. э.), живший на рубеже I–II вв. н. э. Исключительно велико значение работ К. Птолемея для практического определения географических координат из астрономических наблюдений. Он разработал теорию и составил таблицы астрономической рефракции. Птолемей ввел термин «топография» для обозначения рельефа, улучшил карту Земли, первым применил правильную географическую сетку. Карта Птолемея в течение веков служила стимулом развития геодезии и картографии сначала у арабов, а потом в Европе в эпоху Возрождения.

На своей карте Птолемей продлил сушу на неопределенное расстояние, до краев карты, отвергнув тем самым предположение об островном характере обитаемой части Земли. Известные ему пределы расширились на север до Скандинавии, которая показана в виде острова, и до нынешней северной России. Каспийское море на карте показано замкнутым, с впадающей в него рекой Ра (Волга). Но Птолемей, как и Эратосфен, изобразил Каспий в виде вытянутого с запада на восток бассейна. Эту ошибку исправил лишь в 1727 г. русский гидрограф Ф. И. Соимонов (1682–1780 гг.), который объехал море кругом. На восток пределы познания мира при Птолемея расширились до Китая, на юг – до широт Занзибара (ныне о-в Занзибар входит в состав Танзании). Границы суши на юг неопределенны, восточный берег Африки у Птолемея соединяется с Азией.

Как и Мартин Тирский, Птолемей на своих картах за начальный меридиан принимал меридиан Канарских островов, которые в те времена были самой западной известной точкой. Долготы всех других известных точек были расположены к востоку от начального меридиана. По примеру того же Мартина Тирского, Птолемей считал протяженность Средиземного моря по долготе равной 62° вместо истинных 42° . Вообще у древних была склонность на всех картах увеличивать разность долгот. Вместе с тем длину земной окружности Птолемей считал равной 180 тыс. стадий, а границу Старого Света на своей карте он указал до нынешнего положения восточного края Австралии. Эта ошибка в дальнейшем сыграла огромную роль. Она уверила Колумба в узости пространства между западной Европой и восточной Азией, заставила его пуститься в рискованное путешествие.

Главным делом жизни Птолемея является «Мегале Синтаксис» (Великое сочинение), или «Альмагест», состоящее из 13 книг. Это разработка системы мира, где Земля принята за неподвижный центр Вселенной. Птолемей долго считался непогрешимым авторитетом, и его система мира под покровительством католической церкви просуществовала до открытия Коперника (1543 г.). В последние годы установлено, что большинство наблюдений, описанных в сочинении К. Птолемея и легших в основу геоцентрической картины мироздания, к сожалению, были искажены или подделаны, а основные достижения античного периода изложены необъективно.

Птолемеем заканчивается период развития научных идей и новых открытий в древний период. В дальнейшем, вплоть до эпохи Возрождения, геодезия с трудом сохраняет достижения греков, приходя временами в полный упадок.

Итак, греки за сравнительно короткий период достигли больших успехов, но незнание истинной формы и размеров Земли, отсутствие компаса как средства ориентирования, несовершенство измерений на земной поверхности, грубость астрономических способов определения мест не позволили им создать точные карты. Карты древней эпохи с точки зрения

современности полны неточностей и искажений. Собственно топографии тогда не существовало, изучение рельефа даже не начиналось. Лишь Страбон предпринял первую попытку классифицировать формы рельефа. Высоты хребтов и скаты гор на картах не показывались. Плиний на своей карте указал высоту Альп в 50 тыс. римских шагов, т. е. в 15 раз выше истинной высоты Монблана.

1.1.3. Геодезия Древнего Китая

Перенесемся мысленно на крайний восток Старого Света, где в бассейнах рек Хуанхэ и Янцзы в V тысячелетии до н. э. зародилась китайская цивилизация. Плодородные долины рано стали использовать для скотоводства и земледелия, но разливы своенравных рек приносили разрушительные наводнения, за которыми следовали засухи. В конце III тысячелетия до н. э. появились первые местные гидротехнические сооружения, регулирующие речной режим. В то время еще не было письменности, и никаких записей до нас не дошло. Мы не знаем, как именно организовывались при этом геодезические работы, но несомненно то, что при создании ирригационно-мелиоративных сооружений их выполняли.

В XI в. до н. э. в бассейне среднего и нижнего течения Хуанхэ возникло государство Чжоу. По упоминаниям некоторых письменных источников, в этот период уже существовали и имели практическое значение карты отдельных царств Среднекитайской равнины. Военачальники использовали их во время походов и боевых действий. На картах изображали линии берегов, заливы, острова, порты, реки и горы. Особым образом отмечали архитектурные сооружения, служившие ориентирами в пути: пагоды, храмы, мосты. Специально подготовленные чиновники подробно расспрашивали всех иностранцев об очертаниях их стран. Эти данные наносили на карты. Одной из задач посольств, отправлявшихся в чужеземные страны, было составление карт.

С середины IX в. до н. э. стали широко практиковаться пожалования земельных владений с поселениями на них и передача земли по наследству. Это требовало установления границ наделов, выбывающих из царского земельного фонда. Имели место и систематические внутриобщинные переделы земель. Так что работы китайским землемерам хватало. В философском мировоззрении древних китайцев занятие земледелием считалось единственно правильным способом добывания средств к жизни.

С конца VII в. до н. э. под влиянием астрального культа, распространенного на Дальнем Востоке, начала интенсивно развиваться астрономия, велись систематические записи астрономических наблюдений. Философ Лао-Цзы, живший на рубеже V–IV вв. до н. э., развивал учение о происхождении и развитии Вселенной, очень близкое к представлению об атомистическом

строении вещества. Китайские астрономы умели вычислять наступление солнечных и лунных затмений. В III в. до н. э. был составлен звездный каталог, где видимые звезды были классифицированы по созвездиям.

В середине I тысячелетия до н. э. на территории Северного Китая были вырублены огромные лесные массивы, осушены заболоченные пространства, орошены и обработаны обширные земельные площади. Ирригация приобретала все большее значение. В V в. до н. э. в Китае уже вели крупные гидротехнические работы. Поддержание в порядке ирригационных сооружений в Северном Китае имело особенно важное значение из-за специфических геологических условий, где прорыв плотин приводил к страшным бедствиям. Вдоль берегов многих рек, опасных в половодье, были сооружены защитные дамбы. Пропускная способность водных путей регулировалась многочисленными шлюзами. Создавались обширные водохранилища.

В 486 г. до н. э. было завершено многолетнее строительство глубокого канала, соединившего реки Янцзы и Хуанхэ. Около 300 г. до н. э. в верхнем течении р. Миньцзян (провинция Сычуань) была сооружена плотина и создан самый крупный ирригационный комплекс, защитивший от наводнений и оросивший плодородную долину Чэнду. Естественно, все перечисленные выше гидротехнические работы требовали массового геодезического обеспечения.

Древнейшая китайская карта с цифровыми обозначениями обнаружена археологами на территории северной китайской провинции Хэбэй. Находка сделана в подземном мавзолее Ван Цо (344–313 гг. до н. э.), одного из властителей исторического периода Воюющих Царств. На метровой медной пластине во всех подробностях изображены пять мавзолеев – гробниц самого Вана Цо, его супруги и законных наложниц, десятки других построек, снабженных выгравированными и покрытыми золотом и серебром иероглифическими и цифровыми обозначениями. К карте прилагался указ Ван Цо, в котором он заблаговременно повелел сооружать для себя и близких подобающие их высокому положению усыпальницы. Юг расположен вверху медной пластины, а север – внизу. Масштаб карты примерно 1 : 500.

Крайне трудоемкие работы по мелиорации и защите рубежей были под силу лишь мощному централизованному государству. В 221 г. до н. э. на территории Древнего Китая особое могущество приобрела империя Цинь. Налоги со сбора урожая были заменены постоянным налогом с площади земельного участка. Широкие безопасные дороги, сложная система каналов, созданная для бесперебойных перевозок, способствовали развитию торговли. В свою очередь, развитие товарно-денежных отношений вызвало унификацию мер веса, длины, емкости. Даже оси телег были стандартизованы под установленную ширину дорог. Денежной реформой повсюду была введена единая монетная система. Унифицирована письмен-

ность: в основу современной китайской письменности легла цинская форма иероглифов. Во II в. до н. э. китайцы изобрели бумагу. В течение многих веков они единолично владели секретами ее изготовления.

Характерной особенностью философского мирозерцания древних китайцев являлась вера в единство естественного и сверхъестественного миров. Они поклонялись и приносили жертвы Солнцу, Луне, созвездиям, рекам, горам и душам покойных, придавая исключительное значение ритуальной стороне. Традиционно мистическим было отношение к окружающему миру, населенному духами, богами и демонами. Возникла целая мантическая «наука», или геомантия. Это было искусство приспособления жилищ и мест захоронения к топографическим условиям местности. «Счастливые» места для дома или могилы выбирали исходя из рельефа, растительного покрова, направления ветров и течения вод. Геомантия предполагала защиту мест обитания от вредных воздействий окружающей среды. Она требовала описания и оценки рельефа, определения ориентации строений, долин и возвышенностей, рисовых полей и лесных массивов, рек и озер. В этой части геомантия была тесно связана с топографией.

Археологи обнаружили в древних захоронениях карты на сосновых досках. Они нарисованы в 239 г. до н. э., в эпоху правления императора Цинь Шихуана, впервые объединившего Китай. На четырех сохранившихся картах показаны границы административных районов царства Цинь. Нанесены также изображения рек, озер, гор и лесов.

Империю Цинь во II в. до н. э. сменила империя Хань. О том, что конкретно представляли собой топографические карты того периода, можно судить по археологическим раскопкам. В одном из погребений обнаружены две карты второй половины II в. до н. э. Первая из них нанесена на кусок шелка размером 96×96 см.

Она ориентирована на юг и содержит основные элементы рельефа, реки, дороги и часть береговой линии. На карте помечено местоположение более 80 населенных пунктов. Примерный масштаб карты – от 1 : 150 000 до 1 : 200 000.

Вторая карта – кусок шелка размером 98×78 см, сверху и у левого обреза имеются пометки «юг» и «восток». Помимо обозначений водных артерий и горных хребтов на карте есть около 50 наименований населенных пунктов и трех крепостей. Приведены сведения о населении, показана численность дворов (семей) в населенных пунктах. Примерный масштаб карты – от 1 : 80 000 до 1 : 100 000.

При династии Хань большой подъем переживает архитектура. Возводились 2-3-этажные здания и высокие башни, их высота достигала 200 «чи» (до 46 м). Здания имели многоярусные кровли-навесы над каждым этажом, крытые полуцилиндрической черепицей. При геодезическом обеспечении строительства широко применяли нитяные отвесы.

Наконец, этот период ознаменован изобретением остроумного прибора, названного «указателем юга». Он состоял из квадратной железной пластины со свободно вращающейся на ней магнитной «ложкой», ручка которой неизменно показывала направление на юг. Южное направление было главным в философском восприятии китайцами окружающего мира. В древних китайских энциклопедиях имеются сведения о том, что между 300 и 400 гг. до н. э. магнитная стрелка использовалась для ориентации. Достоверно известно, что с I в. н. э. «указатель юга» стали применять как мореходный компас. Название «компас» произошло как сокращение латинских слов «комес пассум» – указатель пути. Края китайского компаса были окрашены в четыре цвета. Красный означал юг, черный – север, зеленый – восток, белый – запад. Сам компас имел 24 деления, которые, в свою очередь, были поделены пополам, что давало выбор 48 направлений с интервалами 7,5 градусов. На суше примерно в это же время была создана оригинальная конная повозка, «указывающая на юг». На ней было установлено механическое устройство, фиксирующее отклонение дышла от заданного направления. Компас использовали и в целях межевания, и в горном деле при выполнении маркшейдерских работ в рудниках.

Чжан Хэн (78–139 гг. н. э.) создал глобус, воспроизводящий движения небесных тел, а также самый древний в мире сейсмограф. Ханьские ученые успешно познавали законы природы и гармонии. Была создана уникальная «абсолютная» система мер и весов Древнего Китая. Эталоном линейной меры служила длина трубки бамбуковой свирели, рассчитанной на определенную ноту. По длине этой трубки умещалось 90 просяных зерен. Диаметр зерна был минимальной мерой длины, а его масса – минимальной мерой массы. Во II в. н. э. китайские ученые уже выравнивали длины в соответствии со сжатием или расширением тела от холода или жары. Иными словами, они вводили в измерения поправки за изменение температуры мерного прибора. Для дальнейшего исторического развития Китая Цинь-Ханьская эпоха имела такое же значение, как античный период – для Европы.

1.1.4. Геодезия Древнего Рима

История Древнего Рима охватывает период со II в. до н. э. по V в. н. э. включительно. Наиболее популярной идеей того времени было утверждение, что человек – часть целого, гражданин космоса и своего государства. Человек в первую очередь был призван исполнить свой долг перед обществом.

В Римском государстве значительные объемы геодезических работ производились при разбивке земель на арендные участки с целью создания земельного кадастра. Поля делили на прямоугольники и квадраты, именуемые «центуриями». Между центуриями прокладывались общественные дороги. Размеры квадратного центурия в современных единицах длины

711×711 м, погрешность измерения сторон не превышала 2 м. По углам центурий закладывали каменные столбы, на верхнем срезе которых указывали порядковые номера центурий.

В Древнем Риме геодезические методы помимо кадастровых съемок широко применялись при строительстве зданий и сооружений. При строительстве тоннелей и акведуков требовалась высокая точность измерений – до 1 : 50 000. Длина отдельных участков римского водопровода составляла несколько десятков километров, а акведук Марцелия имел протяженность свыше 91 км. По письменным источникам известно, что римские геодезисты занимали более высокое положение, чем врачи, математики, философы и представители других специальностей. В самом Риме в период расцвета города проживало до 1 млн человек, функционировало сложное городское хозяйство, имелась разветвленная система городского водопровода. Жизнь требовала постоянного геодезического обеспечения, причем осуществлялось оно на очень высоком уровне. Найдена примерно 1/10 часть плана античного Рима в масштабе 1 : 200 на мраморных плитах (сохранилось 712 плиток).

Древние римляне стремились к господству над соседними народами, а не к решению научных проблем. Практическому складу ума римлян было чуждо теоретическое познание, столь характерное для греческой научной мысли. Примечательно, что из их среды не вышло ни одного значительного ученого, хотя Рим прославился замечательными историками, ораторами, поэтами. Мы не знаем ни одного римского философа, хоть в малой степени подобного Аристотелю, или математика, подобного Эвклиду. Отсутствие оригинальных научных работ восполнялось в Риме компиляциями, имевшими характер популярных энциклопедий. Примером может служить энциклопедия Варрона (I в. до н. э.), освещавшая среди прочих вопросы арифметики, геометрии, астрономии. Математика, геодезия и астрономия в научном отношении находились на более низком уровне, чем у греков. Методы и техника измерений со времен Древнего Египта существенно не изменились. Геодезические знания греков римляне использовали в военных целях. По указу Юлия Цезаря (100–44 гг. до н. э.) с 50 г. до н. э. была начата геодезическая съемка всех дорог Римской империи. При съемке создавали исключительно лентообразные дорожные (маршрутные) карты, содержащие отрезки военных дорог, названия мест и указания расстояний между ними. При измерении дорог широко использовали мерное колесо – одометр, дававший точность примерно 1 : 300. Дороги обозначали прямыми линиями, без углов поворота. Леса изображали группами деревьев, города – домиками, горы – холмиками. На создание карты империи потребовалось 30 лет.

В течение столетий римляне стремились покорить Европу, но имели о ней смутное представление. Они почти ничего не знали о Балтийском море, Скандинавию считали островом, но им сравнительно хорошо был знаком восток до Цейлона (ныне о-в Шри-Ланка) и Ганга. Они ничего не знали о западной и северной России, а Каспийское море изображали на картах как залив Тихого океана.

Внутренние междоусобицы и нашествия варваров привели к интенсивному распаду Римской империи в IV–V вв. н. э. В 378 г. она разделилась на две части – Западную и Восточную (Византийскую империю). Процесс крушения Западной империи протекал бурно. В конце IV в. в Центральную Европу вторглись полчища гуннов. Европейцев поражала и внушала ужас внешность гуннов: коренастые, широколицые, безбородые, «они сокрушают все, что попадает на пути». В 445 г. повелителем гуннов стал Атилла. Под его предводительством гунны овладели «вечным городом» и разрушили Западную Римскую империю. Окончательно Рим пал в 476 г. н. э. под напором восточногерманских племен. На его развалинах возникли полудикие государства, не способные даже сохранить научные и технические достижения античной эпохи. Распад Римской империи стал началом угасания геодезии как науки. Хозяевами его территории стали варвары-германцы.

Восточная Римская империя постепенно превратилась в крупное феодальное государство, просуществовавшее более десяти веков. В VI в. под ее властью находились Балканы, Малая Азия, Сирия, Палестина, Египет и некоторые города Причерноморья. Самоназвание столицы было Империя ромеев, на латинском Западе ее называли просто Романией. Русские называли его Царьградом. Там жили и творили Стефан Александрийский и Иоанн Филипон, известные трактатом об устройстве и применении астролябии – прибора, необходимого для мореплавателей. Историки начали именовать в своих трудах это государство Византией уже после его гибели в результате турецкого нашествия в 1453 г.

Византия приняла у Рима пальму первенства, частично сохранила наследие античности, но начала яростную борьбу с наукой. Забывались достижения древних греков, чему немало способствовала христианская религия. Основной принцип христианства – вера, поэтому религия отвергала «языческий» экспериментальный способ познания мира. Геодезия в Византии не создала ничего нового, даже не сумела сохранить то, что ей досталось от греков. Наступило средневековье. Этот мрачный период в истории геодезии рассмотрим отдельно. Здесь же кратко подведем итоги. Древний период в истории развития геодезии характеризуется:

- чрезвычайно длительным становлением геодезии как науки, фундамент которой был заложен в античное время начиная примерно с VIII в. до н. э.;
- геоцентрическим мировоззрением как характерным философским направлением, которому соответствовали древние карты мира;
- систематизацией в Древней Греции геодезических знаний в первоначальную научную систему. Но незнание истинных размеров Земли, отсутствие компаса в Европе, несовершенство измерительных средств и методов не позволили создать точные карты;
- угасанием геодезии как науки с падением Древнеримской империи.

1.2. Средние века (VI–XV вв.)

Наступил мрачный период в истории человечества. Жестокие завоеватели, набегавшие из Азии, веками орошали кровью поля Европы. Еще под гнетом римского деспотизма целые народы погрузились в апатию. В течение 500 лет дикие орды врагов волнами вторгались, разрушая города, опустошая поля, убивая людей. Войны стали постоянным явлением, в этих условиях никто не мог быть уверен в завтрашнем дне. Так продолжалось до X в., но и после условия жизни не улучшились. Феодалы боролись за власть между собой, грабили купцов, разоряли крестьян. Европу охватил духовный мрак, забывались принципы древней цивилизации. Люди почти полностью позабыли все, что знали египтяне, греки, римляне. Были утеряны древние карты, угасла тяга к открытиям.

Идея о шарообразности Земли потеряла свое значение. Карты Птолемея были вытеснены круглыми картами, мрак невежества сгустился. Человечество возвратилось к мифологическому мировоззрению. Ярким выразителем этого мировоззрения был живший в VI в. александрийский купец Козьма Индикоплов, совершивший по торговым делам несколько путешествий по Персии, Аравии, Индии, Восточной Африке. Потом он удалился в монастырь, где написал большое сочинение «Христианская топография», в котором отвергал учение Птолемея. К. Индикоплов представлял Землю в виде прямоугольника, чья длина была в два раза больше ширины, окруженного хрустальными стенами, куполообразно сходящимися наверху. Это нелепое учение распространилось не только в странах Западной Европы, но и на Руси, где поддерживалось священниками до XVII в. В VII–VIII вв. в Европе в соответствии с такой философской концепцией было составлено еще несколько четырехугольных карт, где в центре мира помещали Иерусалим. Другие авторы утверждали, что Земля – диск, окруженный океаном. На фоне вопиющего невежества произошло незамеченным открытие в IX–X вв. Винлянда (Северная Америка), и Америку пришлось открывать вторично.

В XI в. в Европе вошел в употребление компас, который позволил более точно определять направления и правильное изображение на картах береговые линии. С конца XII в. итальянские мореплаватели начали составлять так называемые компасные карты, или портоланы.

Некоторое улучшение в деле познания мира наступило в начале XIV в., после того как в 1272–1298 гг. венецианец Марко Поло совершил свое путешествие на Восток. Марко Поло сухопутным путем через Европу, Закавказье, Среднюю Азию, Тибет достиг берегов Тихого океана, описал Китай и Японию. В Венецию он вернулся только через 25 лет морем, обогнув юго-восточные берега Азии. Этим он подтвердил, что Азия с юга и с востока омывается океаном.

В начале XIV в. портоланы оформлялись в виде хорошо вычерченных обзорных карт и атласов Средиземного моря и берегов Атлантического океана от Марокко до Англии. Чертились компасные карты исключительно на пергамене в виде листов размерами 40×40 см в масштабах от 1 : 4 000 000 до 1 : 7 000 000. Вместо прямоугольной сетки координат, применяемых древними греками (Мартинотом Тирским), на портоланах чертилась сетка перекрещивающихся линий – компасных румбов. 16 главных румбов изображались черным цветом, половины румбов – зеленым, четверти – красным. Север помещался внизу карты, а масштаб – сбоку. С помощью компаса, линейки и масштаба можно было достаточно точно определить свое местонахождение. Порты отплытия и назначения соединяли на карте прямой линией, для которой подбирался параллельный ей румбический луч. По нему назначался курс судна так, чтобы показания компаса оставались постоянными во время плавания. Компасные карты были настолько точными, что ими пользовались даже в XVII в. Эти карты послужили переходным звеном от карт древности к картам эпохи Возрождения, построенным на научных основах.

Во времена крестовых походов европейцы познакомились с геодезией арабов, находившейся тогда на более высокой ступени. Под арабами здесь понимаются все приверженцы ислама, ибо мусульманам категорически запрещено переводить Коран с арабского на другие языки, поэтому они должны пользоваться арабским языком независимо от того, какой язык считают родным. Арабы значительно помогли сохранению научных знаний во мраке средневековья. С принятием ислама, начиная с VIII в., арабы постепенно распространили свое владычество от Инда до Испании, от Кавказа до тропической Азии. Попутно с завоеваниями развивалась и торговля. Придя на берега Средиземного моря, арабы восприняли и отчасти усвоили греческие науки. Начиная с IX в. они производили топографические съемки. С целью установления размеров Земли выполняли и градусные измерения, достигая при этом точности угловых измерений до 2,5', определяли астрономические пункты. В IX в. багдадский халиф аль-Мамун (786–833 гг.), сын Гаруна-аль-Рашида, послал в Месопотамию экспедицию для производства градусных измерений.

Неверно было бы думать, что к тому времени арабы не знали результатов градусных измерений у греков, но они хотели проверить эту важную характеристику Земли. Экспедиция разделилась на две группы. Совместно определили в Сеннарской долине высоту полюса мира, иными словами, широту места, так как широта численно равна высоте полюса мира над горизонтом. Затем одна группа пошла на север, а другая – на юг, направляя свой путь по меридиану, насколько позволяла местность. Когда для первой партии полюс мира возвысился на 1°, а для другой его высота настолько же уменьшилась, обе партии повернули обратно и сошлись в одной точке.

Нашли, что первая партия прошла 56,7 арабских миль, а вторая – 56 миль. За достоверное значение был принят первый результат. Одна арабская миля равна 1973,2 м. Значит, длина 1° была равна 111,88 км, а длина земной окружности – 40 277 км.

После аль-Мамуна до начала XVII в. никто, даже такие великие мыслители, как Коперник, Галилей, Кеплер, не занимались изучением размеров и формы Земли.

Арабы сооружали астрономические обсерватории. Так, в 1004 г. в г. Ургенч (бывшая столица Хорезма) создана обсерватория, в работе которой принимал участие выдающийся астроном и геодезист средневековья аль-



Аль-Бируни
(973–1048 гг.)

Бируни (973–1048 гг.), написавший известную работу «Определение границ мест для уточнения расстояний между населенными пунктами». Этот труд опубликован в 1966 г. на русском языке в Ташкенте под названием «Геодезия». Аль-Бируни за 600 лет до В. Снеллиуса предложил тригонометрический метод определения расстояний, высказал мысли об обращении Земли вокруг Солнца, усовершенствовал ряд астрономических инструментов. В 1259 г. азербайджанский астроном Насирэддин Туси (1201–1274 гг.) в г. Мараге основал обсерваторию, оснащенную лучшими по тому времени приборами, где на основании собственных наблюдений составил каталог звездных положений, впервые содержащий точное значение го-

дичной прецессии. В 1429 г. известный астроном Улугбек (1394–1449 гг.) построил обсерваторию близ Самарканда с гигантским каменным секстантом диаметром 42,9 м, равного которому не было в мире. Там Улугбек составил каталог, известный под названием «Звездные таблицы Улугбека». В настоящее время на месте обсерватории воздвигнут мемориальный монумент.

Арабы производили геодезические и съемочные работы, но они недостаточно критично подходили к греческим источникам и слепо повторяли их ошибки. Например, Птолемей ошибочно изображал Индийский океан в виде узкого моря с чрезвычайно увеличенным о-вом Тапробан (ныне о-в Шри-Ланка) посередине. Это же представление сохранилось у арабов в течение всего периода средних веков несмотря на то, что их торговые пути с Китаем шли через Индийский океан и должны были опровергать это ложное представление.

Арабские карты полны ошибок и искажений. Балтийское море они изображали как бухту Ледовитого океана. На карте 1154 г. Волга впадает одним рукавом в Каспийское море, а другим – в Азовское. Балтийское море соединено с Черным, много и других грубых ошибок, хотя арабам была знакома территория России.

В общем, собственно геодезия у арабов была в зачаточном состоянии. Они частично сохранили наследие древних греков, но не сделали ничего существенного для его развития. За центр Вселенной они принимали свое святилище – Мекку, и подгоняли к этому центру весь картографический материал. Но так или иначе, труды арабов стояли значительно выше по сравнению с трудами средневековой Европы. Кроме того, арабы внедрили заимствованный у китайцев компас, свою систему вычислений и арабские цифры. В Европе же на протяжении тысячелетия – с VI по XV век – царил полнейший застой научной жизни.

Таким образом, геодезия в период средних веков характеризуется:

- полным забвением знаний античного времени. Представление о шарообразности Земли уступило место верованиям, уводящим во тьму эпохи бронзы. Землю снова стали представлять в виде плоского диска на трех китах. Этим мифическим взглядам на мир отвечали круглые «монастырские» карты;
- появлением в XI в. в Западной Европе компаса, с помощью которого мореплаватели XII–XV вв. составляли свои портоланы. Портоланы – характерная примета рассматриваемого периода истории геодезии;
- сохранением древними арабами астрономических и геодезических знаний древних греков. Труды греков вернулись в средневековую Европу с Востока.

1.3. Период возрождения геодезии (XVI–XVII вв.)

Суеверия средних веков и ограниченность познаний о Земле (до конца XV в. европейцам было хорошо известно не более 0,1 части земной поверхности) задержали развитие всех наук, в том числе геодезии. До открытия Америки и морского пути в Индию вокруг мыса Доброй Надежды Европа была изолирована от Востока. Арабы, владея Александрией – портом мировой торговли – были посредниками между Западом и Востоком и за это брали огромные пошлины золотом. Турки, овладевшие Дарданеллами, перекрыли путь, открытый Марко Поло. Тогда испанцы и португальцы, тяготясь торговой зависимостью от арабов и турок, направились в неведомые дали, расширяя свои владения вне Европы. Так с эпохи Великих географических открытий (последние годы XV в. – вторая половина XVI в.) начался следующий период истории геодезии – период Возрождения геодезии.

Португальцы первыми начали серию Великих открытий. В 1484 г. португалец Диас пересек экватор и вышел в южное полушарие. Он познакомился с антиподами, существование которых отрицала католическая церковь. Совершив ряд морских путешествий вдоль западного берега Аф-

рики, в 1486 г. португальцы наконец обогнули южную оконечность черного материка, стремясь этим путем достичь заманчивой Индии. Во время плаваний они вели съемки побережья на всем пути следования.



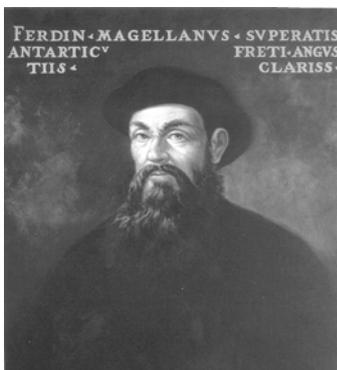
Христофор
Колумб
(1451–1506 гг.)

Христофор Колумб (1451–1506 гг.) задумал решить ту же задачу другим путем. Убежденный в шарообразности Земли (впрочем, Колумб представлял фигуру Земли не в виде шара, а в виде груши), он задумал плыть прямо через океан на запад. Эта идея задолго до него была высказана древними.

Еще Аристотель в III в. до н. э. считал, что если плыть на запад по параллели о-ва Родос, то можно дойти до Индии, и что этому мешает лишь огромная ширина лежащего между ними океана. Он полагал ее равной 240° . Колумб же был уверен, что Европу от Азии отделяет лишь узкая полоса океана шириной в 130° .

В этом мнении его укрепил астроном и космограф Паоло Тосканелли (1397–1482 гг.), который составил карту, где расстояние от западных берегов Испании до восточных берегов Японии указал в 130° по долготе (в действительности – 230°). При этом он опирался на древнюю карту Мартина Тирского, ибо вычисления Эратосфена о размерах земного шара к тому времени были прочно забыты. Отправляясь в путь, Колумб хотел попасть в Индию, но на его пути встал неизвестный материк – Америка, который он и открыл 12 октября 1492 г.

В 1497 г. экспедиция португальца Васко да Гамы обогнула мыс Доброй Надежды и 20 мая 1498 г. дошла до Калькутты, действительно открыв морской путь в Индию. В том же году Джон Кабот высадился на о-в Ньюфаундленд и открыл побережье Северной Америки. В 1513 г. отряд Васко Нуньеса де Бальбоа пересек Панамский перешеек и вышел к Тихому океану, а в 1518 г. португальские суда прибыли в Японию.



Фернандо
Магеллан
(1480–1521 гг.)

В 1519–1521 гг. Фернандо Магеллан (1480–1521 гг.) совершил первое кругосветное путешествие. Отплыв от берегов Испании 20 сентября 1519 г., он обогнул Америку с юга, открыл пролив, названный впоследствии его именем, и 28 ноября вступил в ранее неведомый Тихий океан. Магеллан полагал длину земной окружности равной 37 тыс. км и поэтому считал, что океан не слишком широк. Но только через 99 дней экспедиция достигла Марианских островов. В дальнейшем плавании 27 апреля 1521 г. Магеллан погиб в битве с туземцами, но его спутники на оставшемся корабле с гордым именем «Виктория» пересекли Индийский океан,

обогнули Африку и, пережив мытарства трехлетнего плавания, 6 сентября 1522 г. вернулись на родину. Из 265 человек, отправившихся в экспедицию, в Испанию вернулись лишь 18 моряков.

Экспедиция Магеллана своим беспримерным плаванием наглядно подтвердила шарообразную форму Земли. Кроме того, она доказала факт вращения Земли вокруг своей оси с запада на восток. Когда оставшиеся в живых участники экспедиции прибыли в порт назначения, то по численности, которое они тщательно вели, был четверг, 6 сентября. На берегу же календарь показывал 7 сентября, пятницу. Это объясняется тем, что, следуя все время на запад, навстречу суточному вращению Земли, путешественники сами совершили один обратный оборот вокруг земной оси, и в их календаре оказалось на одну дату меньше.

Чтобы избежать подобных явлений, согласно международному соглашению, вблизи меридиана 180° проведена условная линия, называемая линией перемены даты. Она всюду, кроме Антарктиды, проходит по водным просторам. При пересечении ее с восточной стороны в западную дату увеличивают на один день, в обратном направлении – уменьшают на один день. Однако дату принято менять не в момент пересечения линии, а в полночь, когда происходит смена дат, поэтому в первом случае дату увеличивают сразу на двое суток, т. е. одна календарная дата выбрасывается из счета. Во втором случае одну и ту же дату повторяют дважды.

Второе кругосветное путешествие через Магелланов пролив совершил Френсис Дрейк в 1577–1580 гг. Этим путешествием закончился цикл Великих географических открытий, который практически решил вопрос о приблизительных размерах Земли и ее форме. Была доказана замкнутость Земли в пространстве, ее суточное вращение, а также то, что водная поверхность преобладает над сушей. Вопрос о том, что преобладает на земной поверхности – суша или вода, – важный философский вопрос того времени. Птолемей утверждал, что из семи частей света только одна занята морями, а от истинности или ложности этого взгляда зависела концепция освоения Земли.

После экспедиции Магеллана картографы стали допускать наличие пролива между Азией и Америкой, впоследствии открытого Семеном Дежневым в 1648 г., а потом Берингом, и названного именем последнего. Однако плавание Магеллана не опровергло тогдашнего представления о наличии большой Южной земли вокруг южного полюса и, якобы в соответствии с законом симметрии, существования Северной земли вокруг северного географического полюса. Спор о соотношении воды и суши на нашей планете окончательно завершился лишь в 1642 г. после плавания знаменитого голландского мореплавателя Абея Тасмана, обогнувшего с юга Австралию и Новую Зеландию. Потом правильное соотношение между водой и сушей подтвердили путешествия Джеймса Кука (1728–1779 гг.). Во время своей второй кругосветной экспедиции он достиг $71^\circ 10'$ ю. ш., но земли не обнаружил.

Картография рассматриваемого периода находилась на уровне «художественных картинок», мореплаватели до XVIII в. использовали более практичные портоланы. В период Возрождения перед геодезистами встала задача составления новых карт на математической основе, соответствующих новому состоянию географии. Жизнь выдвинула требования исправления ошибок старых карт, создания новых картографических проекций, методов точного определения местоположения пунктов. С 1500 г. геодезисты начинают широко определять астрономические пункты, на картах повсеместно появляются масштабы. При построении карт для ориентации стали брать не большую ось Средиземного моря, а экватор.

Со второй половины XV в. геодезисты начинают разрабатывать новые научные методы и принципы геодезии, создавать картографические проекции, позволяющие правильно изобразить шарообразную Землю на плоскости. Помимо разработки картографических проекций задачу изображения Земли пытались решить другим путем – путем построения глобуса.

Глобусы создавались и ранее, в седой древности. Первый известный



Памятник
Меркатору

нам глобус сделал Кратес (из Милоса) еще за 150 лет до н. э. Но именно глобусы являются характерной приметой периода Возрождения. Первый, уцелевший и дошедший до нас глобус, именуемый яблоком Земли, был создан астрономом Мартином Бехаймом (1459–1507 гг.) в 1492 г. в Нюрнберге. Кроме глобуса он ввел в обиход так называемый якобмасштаб, позже его переименовали в градшток. Это прибор для определения на море высоты Солнца и звезд, состоящий из градуированного стержня и подвижных поперечников, – далекий прообраз современного секстанта.

Большую работу по устранению ошибок старых карт выполнил знаменитый голландский ученый Герард Меркатор (1512–1594 гг.). Его фамилия по обычаю ученых того времени представляет латинский перевод фамилии Кремер, т. е. «купец». Меркатора следует признать основателем картографии как науки. Его карты и глобусы имели огромный успех. В 1554 г. он издал гравированную на меди карту Европы, состоящую из 15 отдельных листов, а в 1569 г. – большую карту на 18 листах, на которой компасные румбы были заменены градусной сеткой меридианов и

параллелей в специальной проекции, названной проекцией Меркатора. Эта проекция до сих пор применяется на морских картах и на картах экваториальных государств. До Меркатора полная градусная сетка на картах встречалась сравнительно редко и не имела математического обоснования. По-

мимо изобретения проекции, носящей его имя, Меркатор известен своими трудами по усовершенствованию техники картографии. Он предложил ставшую впоследствии знаменитой цилиндрическую проекцию, усовершенствовал коническую проекцию.

Сохранилось много составленных им карт, глобусов и атласов. Кстати, и само название «атлас» появилось тогда же как обозначение сборника карт под одной обложкой, потому что на титульном листе атласа Меркатора был изображен этот мифический титан, поддерживающий небесный свод. До Меркатора такие сборники называли «Театр земного круга».

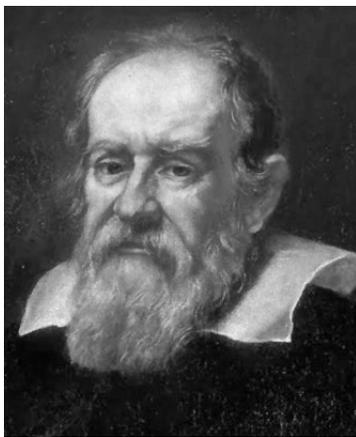
Труды Меркатора заложили строго научные основы картографии в современном понимании этого слова. Последующий за Меркатором период вплоть до XVIII в. находился под влиянием его идей. В тот же период начала усиленно развиваться топография – измерение отдельных небольших участков местности. На основе топографических съемок создавались специализированные карты. В конце XVI в. Матиас Одар при помощи мерного шнура, компаса и квадранта произвел топографическую съемку Саксонии, но дальнейшие съемки в Германии были задержаны Тридцатилетней войной.



Россия и прилегающие части Тартарии на карте работы Меркатора и его сына

Вернемся к приборам. Название «теодолит» впервые встречается в литературе 1552 г. при описании англичанином Л. Диггисом одной из своих конструкций для измерения горизонтальных углов, но прибор еще не имел оптических деталей. Приборы были снабжены диоптрами, имели горизонтальный круг и вертикальный сектор. Французский астроном Жан Пикар (1620–1682 гг.) впервые приспособил к теодолиту зрительную трубу с оптикой взамен наблюдательной щели и добавил отсчетную шкалу для измерения направлений. Такие теодолиты первоначально служили для целей астрономии, а в геодезических работах их стали применять только несколько десятков лет спустя. Первые теодолиты с визирными трубами, вспомогательными приспособлениями для отсчета кругов, закрепительными и наводящими винтами, уровнями были построены в Англии в 1730 г. Серийно теодолиты стал создавать английский механик Д. Рамсден с 1787 г. Теодолит имел лимб диаметром 90 см и массу 91 кг. Его перевозили в специальном четырехколесном рессорном экипаже.

В начале XIX в. появились теодолиты Рейхенбаха, затем теодолиты Брейтгаупта, Репсольда. В 1920 г. фирма Zeiss выпустила первый оптический теодолит со стеклянным горизонтальным кругом, в конструкции которого были использованы принцип совмещенного отсчета по лимбу, цилиндрическая вертикальная ось, зрительная труба с внутренней фокусировкой, совмещение изображений концов пузырька уровня с помощью системы призм.



Галилео Галилей
(1564–1642 гг.)

Благодаря трудам Николая Коперника (1473–1543 гг.), Иоганна Кеплера (1571–1630 гг.), Галилео Галилея (1564–1642 гг.) была установлена гелиоцентрическая система мира. Это великое философское достижение периода Возрождения было признано католической церковью только после 1875 г.

По картам той эпохи можно проследить, как постепенно увеличивались познания людей о Земле. Однако карты были все еще двумерными, безрельефными. Горы на них изображались рядами холмиков, указания высот отсутствовали. Измерения высот (гипсометрия) тогда не производились. Способ нанесения рек тоже оставался средневековым: сначала отмечали местоположения городов и деревень, расположенных по реке, а затем двумя извилистыми линиями обозначали саму реку, без всякого подобия ее действительным изгибам. Однако топографические работы в период Возрождения были началом перехода к точным съемочным работам.

Рассмотренный период развития геодезии имеет следующие отличительные черты:

- начало периода Возрождения совпадает с началом эпохи Великих географических открытий. Европейцы значительно расширили свой круг познания Земли как планеты обитания;
- характерной приметой этого периода является широкое распространение глобусов как математической модели земного шара;
- появляются научно обоснованные картографические проекции. В середине XVI в. начинают разрабатываться новые принципы геодезии, совершенствуются геодезические приборы и методы выполнения полевых геодезических работ. Создаются объективные условия для перехода к новому периоду в истории геодезии.

1.4. Геодезия в России в допетровский период (X–XVII вв.)

Рассмотрим, что происходило в России в те же временные периоды Средних веков и Возрождения, т. е. в X–XVII в. Геодезические знания в Древней Руси допетровского периода развивались на основе древнегреческого наследия, но своим самобытным путем. В древнем славянском тексте X в. «Шестиднев», написанном Иоанном, экзархом Болгарским, имеются сведения об астрономии и измерительной математике. На Руси «Шестиднев» имел широкое распространение и переписывался вплоть до XVIII в. В книге, содержащей шесть глав, Иоанн экзарх, сохраняя античные традиции, исходит из шарообразности Земли, не отвергает мысли об антиподах, связывает с влиянием Луны морские приливы и отливы. Он описывает Зодиак, отмечает дни равноденствий и солнцестояний, а длину земной окружности принимает равной 252 тыс. стадий. Ученые считают, что размеры Земли приведены по Эратосфену. В «Шестидневе» встречается число $\pi = 3,147$ (истинное значение 3,1415926...) – уже тогда славяне неплохо знали значение числа, важного для перехода от линии к площади.

В те времена на основании обмеров широко составлялись планы, именуемые «чертежами», выполнялись разбивочные работы при строительстве городов и монастырей. Записанный в конце X в. «Закон градский» предусматривал типовые правила ведения разбивочных работ. Ниже мы поговорим об этих работах более подробно.

Характерное историческое свидетельство натуральных измерений того времени – надпись на Тмутараканском камне, который каждый может увидеть в Государственном Эрмитаже. «В лето 6576 индекса 6 (шестого) Глеб-князь измерил море по льду от Тмутаракана до Керчива 10 000 и 4 000 сажен». Таким образом, от Тамани до Керчи в наших мерах будет 21,199 км. Надпись красиво и четко высечена в две строки древнеславянским письмом на мраморной плите весом 864 кг. Длина надписи 89 см, ширина 9 см, высота букв 2,5 см. Плита найдена в 1792 г. среди развалин крепости недалеко от города Тамань. Первое исследование о Тмутараканском камне

опубликовал в 1794 г. А. И. Мусин-Пушкин, которому мы обязаны находкой другого шедевра древнерусской литературы – рукописи «Слово о полку Игореве». В Древней Руси летоисчисление вели от «сотворения мира». Для того, чтобы перейти к современному летоисчислению, нужно от указанной даты в надписи отнять 5508. Следовательно, на камне указан 1068 г. В это время Тмутараканским княжеством правил сын черниговского князя Святослава Глеб Святославович. Измерение Керченского пролива до Керчи было выполнено зимой 1067–1068 г. В вышеприведенной надписи всего несколько десятков букв, но значение ее огромно. Это первое письменное свидетельство того, что русские уже в те далекие годы производили геодезические измерения большой протяженности. Эта надпись дала также достоверные сведения о старинных мерах длины. К сожалению, нам никогда не станут известны ни методика производства работ при выполнении уникального измерения, ни использованные при этом приборы. Таким же памятником истории является «Стерженский крест», на котором написано, что в 1133 г. были начаты работы по соединению каналом верховья Волги с притоком р. Ловать, впадающей в оз. Ильмень.

В 1136 г. астроном и математик русского Средневековья Кирик Новгородский написал книгу «Учение им же ведати человеку числа всех лет». В книге приводятся вычисления с гигантскими числами порядка десятков миллионов, есть сведения о вычислении площадей с помощью «радиксов», т. е. квадратных корней.

В 1245 г. произведена первая опись земель древнерусского государства, которая многократно повторялась до 1685 г.

Состояние геодезии в то далекое время нельзя осмысливать в современных научных представлениях и понятиях. Многие приемы и методы работы древних геодезистов не нашли продолжения в наши дни, но в прошлом они достигали высокого уровня, а затем по разным причинам были забыты и теперь не известны даже специалистам. Например, археологи не могут найти и следов записей математических вычислений. Долгое время считали, что их и не было по причине низкого уровня знаний. На самом же деле в Древней Руси для вычислений применяли «дощаный счет», или «абак», – прообраз современных счетов, которые пришли на смену абаку в XVI в. Плодовые косточки по определенным правилам механически перекладывались на вертикально разлинованном поле абака, и никакие записи вычислений были не нужны, результаты записывали с абака в виде итоговых чисел. Такой механический счет сродни счету на ЭВМ.

Другая самобытная особенность – применение для разных замеров разных эталонов длины. В Новгороде, вблизи церкви Параскевы Пятницы, построенной в 1207 г., найден инструмент – «мерило», на котором были три шкалы с различной градуировкой: малая сажень – 142,4 см; простая

сажень – 150,8 см; народная сажень – 176,0 см. В разных мерах длины надо искать ключ к архитектурным пропорциям шедевров древнерусского зодчества, которыми все восхищаются. Разнообразные меры служили в качестве своеобразных шаблонов. Их было много, например, малая сажень – 142,4 см; простая – 150,8 см; народная или лавочная – 176,0 см; большая – 181,6 см; церковная – 186,4 см; царская – 197,4 см; бытовая – 213,36 см; казенная – 216,0 см; греческая – 230,4 см; великая – 244,0 см.

Один из прекрасных образцов строительства – Рождественская церковь (Нижний Новгород) – имеет три яруса. При строительстве каждый ярус стандартно содержал по 2,5 сажени. Но первый ярус был высотой 2,5 сажени народных, второй – царских, а третий – церковных. В результате получилось непередаваемое совершенство, строгое соблюдение дивных пропорций с учетом зрительной перспективы, так восхищающее нас в древнерусской архитектуре. Самобытное решение древнерусских геодезистов – будем их так называть, хотя сами себя они называли «мерщиками», – заключалось в следующем. Наши предки не стремились к возможному уменьшению ошибок, а обращали внимание на равенство ошибок, пусть и значительных. В результате относительное расположение объектов сохранялось, менялся лишь масштаб изображения.

В XV–XVI вв. в Московском государстве города строили в соответствии с градостроительными нормами «Закона градского» по типовым схемам. Все размеры в городе, планы зданий, их высота, расстояние между ними были кратны определенному модулю. При этом сознательно отказывались от геометрической планировки улиц в пользу свободной расстановки зданий на местности. В этом был большой смысл как в противопожарном, так и в оборонном аспектах. Жилые дома строили тогда исключительно из дерева. Свободное размещение зданий прерывает ветровые потоки, которые образуются в линейных, сплошь застроенных улицах и раздувают пожары. Основной функцией города в то время была оборона. Свободная застройка и здесь сулила выгоду: враги, ворвавшись в незнакомый город, плохо в нем ориентировались. Кстати, этот принцип застройки был выдвинут еще Аристотелем.

При планировке и разбивке городов на холмах неукоснительно соблюдалось условие, чтобы каждый двор был избавлен от нечистот людей, живущих наверху. Усадебная планировка позволяла сделать это. Свободная постройка города обеспечивала также создание системы «прозоров», т. е. пролетов между домами. В такие пролеты жители могли видеть живую природу и храмы. Для этого должна была существовать пропорциональная соразмерность сооружений, которая достигалась применением модуля. В древнерусском градостроительстве с IX в. модулем являлась единичная длина в 12 стоп. В свою очередь «стопа» – седьмая часть высоты дома. Свободная расстановка башен, колоколен, церквей придавала каждому городу свой неповторимый живописный колорит.

В приказах царского двора были выработаны типовые образцы городов, где выделялись функциональные зоны территории: общественный и торговый центры, зона жилой застройки, огороды, сады и т. д. Строительством новых городов руководил Разрядный приказ. Состоящие при этом приказе служащие, профессионально владеющие методами и средствами землемерия, и были древнерусскими геодезистами. Они выбирали место под город, выполняли обмеры, составляли чертежи. На местности определяли положение будущей крепости, посада и слобод. Устанавливали подходы дорог, размеряли пахотные и выгонные земли, которые прирезались к городу. При этом подсчитывали, какое количество жителей могла прокормить земля, лежащая вокруг будущего города.

Производилась разбивка под жилищное строительство, церкви, государственную и общественную застройки. Выполнялась трассировка стен вокруг главного города, посада, иногда и вокруг слобод. Особое внимание обращали на городские ворота. До закладки города на земле колышками размечали контуры будущих построек, крепостных укреплений, главной площади с храмом и др. Задавалась ширина улиц и переулков, размер площадей, габариты зданий и расстояния между ними. Крепостные укрепления, главную церковь и общественные сооружения строили за счет казны Разрядного приказа. Жилые дома, надворные постройки, посадские и слободские церкви строили сами будущие жители в пределах выделенных им участков. Вся застройка велась под контролем государства. Город заселялся по разверстке свободными от крепостной зависимости людьми: крестьянами, ремесленниками, дворянами, купцами. Все они по государственному указу переселялись из других городов и деревень. Для переселения им выдавались подъемные деньги и хлебное жалование.

Совершенно очевидно, что без геодезических проектных и разбивочных работ градостроители не могли создать пространственную систему русских городов, связанную пропорциональными закономерностями в единое целое.

В 1547 г. на Руси появился первый кадастр. Была установлена мера (волок) – количество земли, которое в день может вспахать один человек на одной лошади. В современных единицах один волок – 9,75 га. Один волок содержит 30 моргов. На один крестьянский двор выделяли 33 морга.

В конце XVI в. в России началось массовое строительство городов. Если во второй половине XVI в. было известно около 50 новых городов, то к середине XVII в. их насчитывалось уже 254. Города имели свободную ландшафтную планировку, о которой упоминалось выше.

От чертежей одиночных городов вполне естествен переход к чертежам всего государства. Первая попытка составить более или менее достоверную карту Московского государства была предпринята в 1525 г. венецианским картографом Батисто Агнезе со слов Дмитрия Герасимова –

посла Великого князя Василия III, отца Ивана Грозного. Это первая известная нам печатная карта Московии. На ней весь север России, согласно представлениям древних, покрыт океаном, вероятно, это были гипертрафированные сведения о Белом море. Черное и Азовское моря показаны довольно правильно, а вот Каспийское море вытянуто по долготе, как на картах Клавдия Птолемея. Карта до сих пор сохранилась в Венеции, в атласе Б. Агнезе. Отдельный экземпляр этой карты, предназначавшийся для книги епископа Паоло Джовио о Московии и Татарии, долгое время считался утраченным. В декабре 1993 г. эта карта куплена на лондонском аукционе «Сотби» и сейчас хранится в Российском государственном архиве древних актов.

На последующих иностранных картах территория России сплошь покрыта лесами, а главные реки страны – Волга, Днепр, Дон – вытекают из Финского залива. Были и другие неточности и нелепости. Интерес иностранцев к России был вызван тем, что через нее они хотели проложить торговый путь в богатый Китай. Англичанин Энтони Дженкинсон в 1559 г., отыскивая торговый путь в Китай, добрался до Бухары. В пути он определял астрономические пункты в Архангельске, Астрахани и в некоторых других местах. На основании этих определений с помощью не дошедших до нас русских карт конца XV в. он в 1562 г. составил карту России и Средней Азии. На карте Сырдарья впадает в Аральское море, а Обь вытекает из него и впадает в Ледовитый океан. Успехами в освоении территории государство обязано вниманию Великих князей к этому вопросу. Великий государь Иван IV Грозный в 1552 г. повелел: «землю измерить и чертеж государству сделать». Этим было положено начало составлению «Большого Чертежа», т. е. карты страны. Такая карта была составлена в 1598 г. в масштабе 75 верст в дюйме (1 : 3 150 000). Большой Чертеж нужен был для познания территории и управления государством. Основанием для его составления служили писцовые книги, где описывались земельные угодья как результат переписи населения, производившейся для регулирования сбора налогов. Большой Чертеж не сохранился, но остались комментарии к нему – «Книга Большого Чертежа». Судя по этому приложению, это была маршрутная карта, т. е. карта путей сообщения, с указанием расстояния в верстах, или «конской ездой», от Москвы на Рязань, к Северским землям, Польше, Крыму и т. д. Для измерения расстояний по дорогам применялось мерное колесо – «верстомер». На Большом Чертеже были показаны урочища (единичные элементы ландшафта, отличные от окружающих): поля, реки, города, озера, протоки, колодези и монастыри. Большой Чертеж представляет ценность для истории геодезии допетровской эпохи как первый этап изучения отечества.

В 1614 г. в Голландии вышла карта России, составленная царевичем Федором Борисовичем Годуновым, который взял за основу Большой Чер-

теж, поэтому карта отличается от предыдущих иностранных карт большей точностью. По существу, она является первой генеральной картой Европейской России. Карта сохранилась. На ней имеется сетка меридианов и параллелей, основанием для которой послужили астрономические определения, произведенные ранее англичанами. Показан масштаб: 87 верст в одном градусе.

Особенно интересовала русских богатая, обширная и неизвестная Сибирь. В 1581 г. Ермак начал поход в Западную Сибирь, уже в 1639 г. (всего через 58 лет) Иван Москвин достиг восточного края Азии, берегов Тихого океана. Он же сообщил первые сведения о р. Амур. В 1630 г. русские открыли устье Лены, в 1644 г. дошли до устья Колымы. Василий Поярков в 1643–1646 гг. совершил плавание по Амуру и Охотскому морю. В 1648–1650 гг. Семен Дежнев прошел на кочах от устья Колымы до устья р. Анадырь. Обогнув северо-восточную оконечность Азии, он проплыл проливом, который позднее назвали Беринговым. Стоит упомянуть и о путешествии Владимира Атласова, которое завершилось в последние годы XVII в. открытием Камчатки и Курильских островов. В пути русские землепроходцы составляли описания и чертежи отдельных местностей – «землиц», на основе которых создавались первые карты Сибири.

В многочисленных актах и писцовых книгах XVI–XVII вв. постоянно встречаются данные об измерениях площадей лесов и сельскохозяйственных угодий. Для измерений в натуре «мерщикам» выдавались в приказах «три верви вытных», т. е. мерные веревки длиной 30, 40, 50 сажен. Широко применялись разнообразные способы посредственных определений расстояний с помощью геометрических построений на местности.

Связи с Западом на Руси были более интенсивными, чем это можно представить из школьных учебников истории. Например, в 1608 г. нидерландский механик Ханс Липперсхей изобрел зрительную трубу, а в 1614 г. она уже имелась в Москве. Галилео Галилей, узнав об изобретении Липперсхей, самостоятельно сконструировал свой телескоп и 7 января 1610 г., наведя его на Луну, впервые увидел на ней горные хребты и сухие моря.

В середине XVII в. русские знали о реальных размерах небесных светил. Так, Солнце полагалось больше Земли по диаметру в 162 раза (в действительности – в 109 раз). В последние годы XVII в. в Россию проникло и начало распространяться учение Коперника, которое вызвало переворот в мировоззрении русских ученых.

В 1697 г. появилась рукописная «Книга, именуемая геометрия, или землемерие радикалом и циркулем». Сохранившийся экземпляр, переписанный с более раннего списка, принадлежал дьяку (начальнику приказа) А. Г. Ратманову. По существу это руководство для служащих Поместного и Разрядного приказов, которые занимались геодезическими работами. В начале книги, которая сейчас хранится в Москве в Российской националь-

ной библиотеке, записано: «Землемерие елик геометрия, сиречь размерительная. Есть сие художество зело полезно к размерению градства и путей, и ко иным вещам паче большому». В книге значительное внимание уделено вопросам измерения земельных участков, она охватывает проблемы, которые возникают перед рекогносцировщиками, мерщиками и строителями городов. Главная черта книги – простота всех вычислений. К ним относятся определения расстояний между двумя деревнями, размеров участков, периметров городов, высот зданий, деревьев и т. п. Описываются легкие и быстрые методы вычислений, но с большими допусками, позволяющими получать результаты в одном масштабе погрешностей. Выше мы видели, как это было важно.

В том же 1697 г. Семен Ремезов составил «Чертеж всей Сибири», исполненный на бязи шириной три и длиной почти четыре аршина. Эта карта хранится в Государственном Эрмитаже. Потом Ремезов составил «Чертеж всех сибирских городов и земель», а в 1701 г. – первый русский географический атлас «Чертежная книга всей Сибири». Второй атлас Ремезова «Служебная чертежная книга» состоит из 47 карт. Третий атлас, составленный в 1711 г. и содержащий 167 карт, в настоящее время находится в США.

По современным понятиям, «географические чертежи» допетровского периода весьма несовершенны и очень неточны. Но они положили начало дальнейшему развитию геодезии в стране. Для того времени они удовлетворяли потребностям государства, поэтому достойно сожаления, что в петровское время древнерусское наследие было отброшено и забылось.

Итак, древнерусский период в истории геодезии характеризуется:

- использованием механического счета при вычислениях;
- широким применением разнообразных эталонов длин;
- соблюдением равенства ошибок измерений при их довольно больших значениях.

1.5. Новое время (XVIII–XIX вв.)

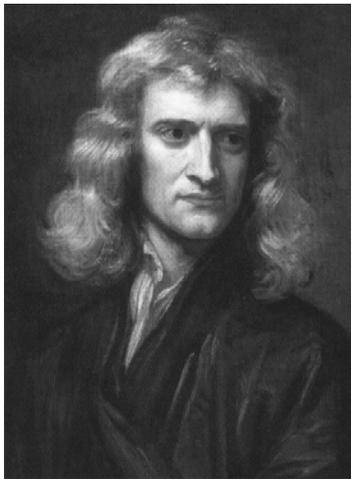
1.5.1. Геодезические работы в Западной Европе

Новое время можно по праву – вслед за декабристом П. И. Пестелем – назвать «эрой измерений». Усилия людей были направлены на более точное определение широты и долготы, на измерения дуг меридианов и параллелей. Выполнить такие работы раньше было невозможно из-за несовершенства приборов и методов, применяемых в геодезии.

Еще в период Возрождения усиленно развивались методы практической астрономии. В результате усовершенствовались астрономические и геодезические приборы, появилась возможность более точно определять широту и долготу. Переворот в этой области совершил Галилей, который в

1609 г. через сконструированную им астрономическую трубу открыл четыре спутника Юпитера и предложил пользоваться их затмениями для определения долгот. Широту места всегда определяли достаточно точно по высоте Полярной звезды или по высоте Солнца в истинный полдень. Гораздо хуже обстояло дело с определением долготы. К примеру, Колумб при определении долготы о-ва Ямайка в 1504 г. ошибся на $38^{\circ} 45'$, т. е. более чем на 4 тыс. км.

Есть два основных метода определения долготы (если не считать применения искусственных спутников Земли). Первый предусматривает сначала измерение расстояния между двумя точками строго с востока на запад, а затем, зная радиус Земли, – вычисление разности долгот. Этот метод был главным в античное время, особенно среди мореплавателей и при путешествиях через пустыни. Пройденные расстояния находили по счислению, а при вычислении долготы практически применяли научные знания о размерах Земли. Второй метод основан на знании, что долгота места численно равна разности местного времени на меридиане данной точки и на начальном меридиане. Местное время можно вычислить, измерив высоты светила вблизи первого вертикала, т. е. на восходе и на закате. Но как узнать в этот физический момент время на начальном меридиане? Этот вопрос столетиями оставался без ответа. Необходимы были точные часы, которые можно перевозить в качестве хранителя времени начального меридиана. Идею способа перевозки часов впервые предложил испанец Алонсо де Санта Крус еще в 1510 г. Но таких точных часов не было. Проблема определения долгот стояла так остро, что правительства ряда стран обеща-



Исаак Ньютон
(1643–1727 гг.)

ли крупные награды за изобретение достаточно точного способа нахождения долготы места. Испания в 1598 г. установила премию в 10 тыс. дукатов (около 36 кг золота). Генеральные штаты Голландии в 1606 г. предложили премию в три раза большую. Годы шли, а премии так никто и не получил.

В 1714 г. по предложению И. Ньютона (1643–1727 гг.) парламент Англии учредил три премии за создание точных часов, способных длительно хранить время, – хронометров. Первая премия оценивалась в 20 тыс. фунтов стерлингов (почти 150 кг золота) за достижение точности $\pm 30'$ в определении долготы. Трудную задачу решил английский механик Джон Харрисон (1693–1776 гг.). В 1759 г. он изобрел первый пригодный для такой цели хронометр. После ряда испытаний хронометр получил путевку в жизнь, в 1765 г. его взял с собой в кругосветное путешествие Джеймс Кук. За три года плавания хронометр отстал всего на 7

минут 45 секунд. Так была окончательно решена проблема определения долготы. В 1731 г. англичанин Джон Хэдли (1682–1744 гг.) изобрел октант (пробораз секстанта), с помощью которого высоту светила над горизонтом можно было определять в 15 раз точнее, чем градусником. Значительно повысилась точность определений местного времени по измеренным высотам светил.

В древности вопрос о размерах Земли решался Эратосфеном и его последователями. В 1615 г. голландский геодезист Виллеброд Снеллиус (1590–1626 гг.) впервые применил метод триангуляции для линейных измерений дуги меридиана между Бергеном и Алькмаром. В ряде учебников по геодезии написано, что Снеллиус изобрел метод триангуляции. Это ошибка, метод триангуляции был известен древним арабам, его за 600 лет до Снеллиуса применял среднеазиатский ученый ал-Бируни. Заслуга Снеллиуса состоит лишь в том, что он использовал тригонометрический метод при градусных измерениях. И. Ньютон теоретически доказал, что Земля не шар, а эллипсоид вращения, что потребовало философски переосмыслить сущность градусных измерений.

Период Нового времени в первую очередь характеризуется рядом точных градусных измерений, позволивших более достоверно определить форму и размеры Земли. Градусные измерения в XVIII–XIX вв. рассмотрим отдельно и более подробно в следующем параграфе.

Вторая характерная особенность Нового времени – начало современной топографии. Еще в 1590 г. Иоганн Преториус (1537–1617 гг.), математик из Альтдорфа (близ Гамбурга), изобрел мензулу – полевой чертежный столик, состоящий из планшета, штатива и скрепляющей их подставки. С помощью мензулы план создается непосредственно при съемке местности. Но вначале мензула служила исключительно для плановых графических построений. С этой целью ее впервые применил Шикхард при триангуляции Вюртембергского княжества. В 1705–1706 гг. при съемках в Швейцарии был применен барометр. С этого времени при топографических съемках стремятся дать подробное изображение и ситуации, и рельефа местности.

Третьей характерной особенностью Нового времени стало точное отображение рельефа (гипсометрия) и глубин акваторий (гидрография). А еще в XVII в. об изображении рельефа при съемках никто и не думал, хотя знание рельефа необходимо и для военных, и для инженерно-хозяйственных целей. Безграмотность в отношении измерения высот местности была просто удивительная. В начале XVII в. картограф Пурриоли полагал, что высота Кавказских гор достигает 10 миль, а Снеллиус считал, что высота горы Этна в Сицилии превышает 25 тыс. рейнских футов, т. е. свыше 7,8 км (действительная высота вулкана Этна 3,34 км). Сведения о рельефе до начала XVIII в. ограничивались лишь плановым положением и генеральным направлением горных хребтов, а изображались на картах они картинно, в виде близко расположенных один за другим холмиков.

Определение высот точек на местности стало возможным лишь после усовершенствования методов тригонометрического, барометрического и геометрического нивелирования. Как уже отмечалось выше, геометрическое нивелирование, основанное на визировании горизонтальным лучом, было известно еще в древних Вавилоне и Египте. Потом его посчитали очень неточным и забыли на века. Лишь в XVIII в. геометрическое нивелирование стали применять снова. Вначале для создания искусственных наклонов воды у водяных мельниц, потом в целях создания топографических карт. Прочную же научную основу этот метод получил лишь в 1847 г. при изысканиях французами трассы будущего Суэцкого канала. Тогда было выявлено обязательное условие геометрического нивелирования: нивелир следует устанавливать на одинаковом расстоянии от задней и передней реек. Кроме того, визирный луч должен проходить на достаточной высоте над земной поверхностью.

Попутно с усовершенствованием методов вертикальной съемки развиваются и способы изображения рельефа на планах и картах. Вначале это были отмывка или тушевка, с 1718 г. – штриховка. В 1733 г. нидерландец Криниус издал карту, где русло реки было изображено в изобатах – линиях равных глубин. Отсюда был один шаг до изображения дневной поверхности в горизонталях, и этот шаг сделал в 1791 г. французский геодезист Триель, который на карте Франции изобразил рельеф горизонталями. Удобство этого способа – соединение точек равных высот изогипсами – способствовало его широкому распространению во всех странах, особенно после наполеоновских войн. Этот способ применяется и поныне.

В 1733 г. Жак Кассини (1677–1756 гг.), сын знаменитого астронома Доменико Кассини (1625–1712 гг.), приступил к составлению карты Франции в масштабе 1 : 130 000 на основе триангуляционного обоснования и астропунктов. Работа была закончена через 60 лет, в 1793 г., уже после смерти Ж. Кассини. Это была первая строго научная карта, первая ласточка современной топографии.

В 1823 г. Игнатий Порро разработал тахеометрию, или тахеометрическую (быструю) съемку. Она состоит в определении планового положения речной точки одновременно с нахождением ее превышения по быстро измеренному расстоянию и углу наклона визирного луча к горизонту. Особенностью тахеометрии является то, что плановое и высотное положение точки определяется одним визированием зрительной трубы теодолита-тахеометра. Для быстрого нахождения расстояний Порро усовершенствовал нитяной дальномер с постоянным углом, впервые предложенный итальянцем Монтари около 1674 г. Тахеометрическая съемка ведется быстрее угломерной или мензульной одного и того же с нею масштаба, поэтому многие предпочитают ее при выполнении изысканий.

История геодезии Нового времени освещена гением астронома и геодезиста Карла Фридриха Гаусса (1777–1855 гг.). Интерес Гаусса к вопросам геодезии зародился очень рано. В 19 лет он занимался решением обратной засечки Потенота, математически обрабатывал долготные определения. В 1794 г. Гаусс разработал метод наименьших квадратов и сформулировал основные принципы теории ошибок. В 1820 г. он получил задание провести детальную съемку и составить карту Ганноверского королевства. Гаусс всегда сочетал научную деятельность с практикой. Он говорил: «Наука должна быть подругой практики, но не рабыней ее, она должна дарить ей, а не служить ей». В процессе выполнения съемочных работ Гаусс руководил измерениями дуги меридиана между Геттингемом и Альтоной.



Карл Фридрих Гаусс
(1777–1855 гг.)

Полевые работы по созданию карты продолжались с 1821 по 1844 г. За это время определены координаты 2578 пунктов съемочного обоснования, 500 из которых определил сам Гаусс. При составлении карты Ганноверского королевства он применил созданную им специальную конформную проекцию.

В 1827 г. появилось эпохальное сочинение Гаусса «Общие исследования о кривых поверхностях», в котором решена задача изображения одной поверхности на другой с сохранением подобия в бесконечно малых частях. В 1843 г. Гаусс опубликовал первую статью «Исследование по вопросам высшей геодезии», а в 1846 г. – вторую статью на ту же тему.

Гауссу принадлежат фундаментальные исследования систематических приборных ошибок, он указал на существование боковой рефракции, высказал идею измерения горизонтальных углов во всех комбинациях, разработал и применил систему прямоугольных плоских координат в конформной проекции эллипсоида на плоскости, разработал теорию геодезической линии и меры кривизны. Он заключил, что фигура Земли в действительности отстает от эллипсоида вращения. Основываясь на результатах Ганноверского градусного измерения, Гаусс разработал основы новой науки – высшей геодезии, имеющей целью математическое описание действительной формы Земли.

Основные успехи Нового времени:

- расширение сведений об истинной форме и размерах Земли;
- разработка способов линейных измерений;
- совершенствование картографических проекций, чему способствовали развитие научной геодезии и становление теоретической геодезии.

В этот период во многих государствах стали создаваться специальные научные учреждения и институты. Необходимость координирования работ разных стран в изучении земной поверхности привела к тому, что в 1871 г. в Антверпене был созван I Международный географический конгресс. Подобные конгрессы стали собираться в разных местах (Вена, Париж, Лондон и др.) через каждые 3–5 лет. На V Бернском конгрессе в 1891 г. был поднят вопрос о создании карты всего земного шара в масштабе 1 : 1 000 000, а VII конгресс в Берлине в 1899 г. принял решение о создании такой карты. Там же утвержден единый масштабный ряд от 1 : 10 000 до 1 : 100 000 для топографических карт.

1.5.2. Градусные измерения

Под градусными измерениями сейчас понимают комплекс астрономических, гравиметрических и геодезических работ для определения формы и размеров Земли. В 1828 г. К. Гаусс определил поверхность фигуры Земли как поверхность, которая везде перпендикулярна направлению силы тяжести на уровне Мирового океана. Несколько позднее, в 1872 г., его соотечественник профессор Листинг дал телу, образованному такой поверхностью, называемой средней уровенной поверхностью, название «геоид».

Геоид – тело Земли, образованное непрерывной средней уровенной поверхностью.

Но поверхность геоида неизвестна, так как сила притяжения Земли зависит от плотности и глубины залегания горных пород в ее теле. Эти параметры также неизвестны.

Задачами градусных измерений являются определения параметров квазигеоида, общеземного эллипсоида и референц-эллипсоида.

Вспомогательная поверхность – квазигеоид – поверхность, близкая к геоиду на суше и совпадающая с ним на морях и океанах.

Квазигеоид – вспомогательная поверхность, близкая к геоиду, которая может быть определена на основе астрономо-геодезических и гравиметрических данных без привлечения сведений о структуре земной коры.

В настоящее время от поверхности квазигеоида отсчитывают абсолютные высоты физических точек земной поверхности. Исходным пунктом государственной нивелирной сети России является Кронштадтский нормальный нуль.

Общий земной эллипсоид – сфероид, наиболее близкий по форме и размерам к квазигеоиду.

Референц-эллипсоид – поверхность относимости, т. е. рабочая координатная поверхность.

Референц-эллипсоид – эллипсоид с определенными размерами полуосей, ориентированный в теле Земли с учетом максимальной близости

его поверхности к поверхности квазигеоида в пределах территории определенной страны или группы стран.

В нашей стране для целей картографирования принят референц-эллипсоид Красовского.

Кратко рассмотрим исторический аспект градусных измерений. Первое более-менее точное градусное измерение после Виллеброта Снеллиуса было выполнено Жаном Пикаром, который в 1669 г. с помощью усовершенствованного им теодолита измерил цепь из 13 треугольников между Мальвуазьером и Амьеном. Была измерена сторона треугольника длиной 11 км и принята в качестве исходного базиса. Пикар случайно получил очень точный результат для длины 1° – 57 060 туаза, или 111,2099 км.

В 1670–1718 гг. Доменико Джованни Кассини и его сын Жак Кассини выполнили обширные градусные измерения Парижского меридиана от Кольера до Дюнкерка.

Исаак Ньютон в 1684 г. теоретически пришел к заключению, что вращающаяся Земля не может быть шаром. Она должна быть сфероидом, т. е. телом с малым полярным сжатием, образующимся от вращения эллипса вокруг малой оси. Убедиться в том, что Земля не шар, можно, выполнив два градусных измерения на различных широтах: линейная длина 1° меридиана должна быть у экватора меньше, чем у полюсов, так как вблизи экватора кривизна эллипса больше.

Для практического решения вопроса о сфероидичности Земли Французская Академия наук в середине XVIII в. отправила две экспедиции, которые открыли новую эпоху в истории градусных измерений. Одна, под руководством Шарля Мари Кондамина (1701–1774 гг.) и Пьера Буге (1698–1758 гг.) в 1735–1742 гг. измерила дугу меридиана под экватором, на высокогорном плато у границы Перу и Эквадора в Южной Америке ($1^\circ 31'$ ю. ш.). Работа проходила в трудных условиях высокогорья, на станциях приходилось строить специальные сигналы, которые часто срывали ураганы или уничтожали дикие туземцы. Экспедиция Кондамина получила длину 1° в пересчете на уровень океана равной 56 753 туазам (110,6116 км).

Вторая экспедиция в 1736–1737 гг. работала под руководством Пьера Луи Моро Мопертюи (1698–1759 гг.), Клода Алексиса Клеро (1713–1765 гг.) и Лемонье. В экспедиции принимал участие шведский астроном Андрес Цельсий (1701–1744 гг.), шкалой термометра которого мы до сих пор пользуемся. Экспедиция произвела измерения в Лапландии, у северного полярного круга, в устье р. Торнео ($66^\circ 20'$ с. ш.). Работы по измерению базиса длиной более 14 км велись зимой при температуре -37°C . Базис измеряли по льду реки. Горизонтальные углы на станциях триангуляции измеряли полярным летом. В результате длина 1° была получена равной 57 438 туазам (111,9467 км). Разность в 1,3 км наглядно подтвердила, что Земля действительно эллипсоид, сжатый у полюсов.

Если бы Земля была правильным эллипсоидом, то в принципе достаточно безошибочно измерить длины двух дуг любого меридиана, чтобы вычислить параметры общего земного эллипсоида. Но Земля далеко не идеальный эллипсоид, поэтому необходимо измерить и обработать возможно большее количество дуг на разных меридианах, чтобы прийти к правильным результатам.

В 1792–1798 гг. в связи с введением во Франции десятичной системы мер и весов в целях точного определения длины метра астрономы Жан Батист Деламбр (1749–1822 гг.) и Пьер Франсуа Мешен (1744–1804 гг.) произвели второе большое измерение дуги Парижского меридиана между Дюнкерком на северном берегу Франции и Барселоной на северо-восточном берегу Испании. Для этой работы известный механик и геодезист Жан Шарль Борда (1733–1799 гг.) изготовил специальный повторительный круг, позволявший измерять горизонтальные углы способом повторений. До того времени при градусных измерениях Снеллиуса, Пикара, Кассини и других использовались квадранты. Прибор Борда имел новую конструкцию вертикальной оси с неподвижной втулкой алидады, которая предохраняла горизонтальный круг от контактов с алидадой. Такая осевая система применяется и в наше время, ее иногда называют системой Борда. Повторительный круг оказался лучше тяжелого теодолита Рамсдена. Борда также создал базисный прибор с жезлами из платины для непосредственного измерения выходных (базисных) сторон.

Деятельность Мешена и Деламбра проходила в чрезвычайно трудных условиях, вызванных народным восстанием, Французской революцией, жестокой якобинской диктатурой и последующим контрреволюционным террором. Позже, в 1807–1808 гг., Франсуа Жан Араго (1786–1853 гг.) и Жан Батист Био (1774–1862 гг.) продолжили измерения по дуге Парижского меридиана до о-ва Форментера, расположенного к югу от о-ва Ивиса, что западнее Балеарских островов. Период работы Араго и Био пришелся на время диктатуры Наполеона. Ученым пришлось пережить много лишений и опасностей. Их странствия и приключения изложены в отчетах, составленных в стиле ясном и отрывистом, что в полной мере соответствует пытливым и отважным людям. В результате их деятельности была измерена дуга в $12,3^\circ$ протяженностью более 1300 км. В этой классической работе принимал участие Адриен Мари Лежандр (1752–1833 гг.). Измерения дуги послужили материалом для вывода длины метра.

Метр – одна десятимиллионная часть четверти Парижского меридиана, т. е. дуги от экватора до полюса.

Эта длина зафиксирована концевым эталоном – так называемым архивным метром, изготовленным в 1799 г. из кованой платины. Позднее по образцу архивного метра сделан международный метр – прототип из сплава, содержащего 90 % платины и 10 % иридия.

В приведенном выше определении метра заложен философский смысл: впервые в основу линейной меры положена величина, взятая из природы, не зависящая от прихотей и капризов человека. Ее в любой момент можно восстановить – даже если все образцы метра будут утрачены. В 1875 г. Международная конференция приняла метр в качестве международной единицы длины. Из иридиевой платины изготовили 31 стержень-эталон особой формы длиной один метр, один из которых оставлен в Париже и служит прототипом: его длину считают точной. Другие эталоны распределены между государствами. Россия в 1889 г. получила два эталона метра: один – на одну двухтысячную долю миллиметра меньше, а другой – на ту же величину больше парижского архивного метра. Один из них хранится в Институте метрологии Санкт-Петербурга, другой – в Москве, в Академии наук.

Метрическая система в России была только допущена к применению, но не являлась обязательной. В стране по-прежнему в ходу был целый ряд различных мер (сажень, аршин, фут и т. д.), находящихся в различной зависимости между собой. Только после Октябрьской революции, в 1918 г., издан декрет Совета народных комиссаров об обязательности применения метрической системы мер и весов. Окончательно на всей территории России метр как государственная мера длины принят лишь 1 октября 1933 г. Введением метра устранялись произвольность и бессистемность, до тех пор царившие в измерениях.

После градусных измерений Французской Академии наук следует отметить упоминавшееся выше измерение дуги меридиана между Геттингеном и Альтоной, выполненное К. Ф. Гауссом в 1821–1824 гг. Геодезические работы, произведенные при измерении этой дуги длиной $2,1^\circ$, послужили и основой для съемки местности при составлении карты Ганноверского королевства. При построении триангуляционной сети Гаусса длина некоторых сторон треугольников была более 90 км, а максимальная достигала 109,5 км. Зрительные трубы угломерных приборов наводились на изобретенный Гауссом гелиотроп – прибор, основной частью которого является плоское зеркало, отражающее солнечный луч от одного геодезического пункта к другому в качестве световой визирной цели.

Интересен философский подход Гаусса к изобретению гелиотропа. Он использовал помеху на пользу задуманного мероприятия, превратил ее в достоинство. В 1818 г. Гаусс сделал заметку в журнале наблюдений на пункте Вильзеде при измерении направления на пункт Гамбург, наружным знаком которого служила католическая церковь: «Гамбург плохо видно, западные окна церкви освещены солнцем и мешают наблюдениям». Позднее он сделал в журнале приписку: «Этот опыт послужил первым толчком для изобретения гелиотропа осенью 1820 года». С помощью гелиотропа можно вести наблюдения на расстоянии 100 км и более, он успешно

применяется и в современных геодезических работах. Средняя невязка в 26 треугольниках, измеренных Гауссом, составляла 1,8", средняя квадратическая ошибка уравнированного направления – 0,48", т. е. по точности его измерения стоят на уровне современных.

Гаусс не только организовал и принял непосредственное участие в производстве трудоемких геодезических работ, он усовершенствовал метод высокоточных измерений горизонтальных углов, а для уравнивания измеренных величин разработал и применил метод наименьших квадратов, который до настоящего времени является основным при уравнивательных вычислениях.

Грандиозная работа выполнена русскими и зарубежными (скандинавскими) геодезистами под руководством академика Василия Яковлевича Струве (1793–1864 гг.) и генерала Карла Ивановича Теннера (1783–1859 г.).

Измерения выполнялись с 1816 по 1855 г. – 40 лет. Измерена гигантская дуга меридиана длиной в 25°20' (около 3 тыс. км) от устья Дуная до Ледовитого океана вдоль 27-го меридиана (меридиан Дерптского университета). Цепь триангуляции содержала 258 треугольников, 10 базисов и 13 астрономических пунктов. Измерениями южной половины дуги руководил К. И. Теннер, северной – В. Я. Струве.

Для угловых измерений В. Я. Струве разработал способ многократного измерения горизонтальных направлений – способ круговых приемов. Направления измерялись в основном повторительными теодолитами с 4-секундными верньерами и с диаметром лимба 32 см. Приборы были изготовлены в механической мастерской Петербурга. Наблюдения велись с максимальной тщательностью. Средняя квадратическая ошибка измеренного угла в работах Струве составила 0,57", а в работах Теннера – 0,67".

Для измерения базисов Струве изобрел специальный базисный прибор, изготовленный в 1827 г. (второй комплект – в 1850 г.). Прибор состоял из четырех мерных и одного нормального жезлов. Жезлы были сделаны из кованого железа и имели длину около 4 м. Каждый жезл с одной стороны заканчивался цилиндром со сферической головкой, а с другой – подвижным рычагом, короткое плечо которого было собственно концом жезла, а длинное могло перемещаться вдоль градуированной шкалы. Рычаг и шкала были закрыты колпаком, деления шкалы и стрелка рычага видны через стекло. Для предохранения от резких перемен температуры жезлы были обернуты толстым слоем ваты и помещены в продолговатые деревянные ящики. Каждый жезл был снабжен двумя тщательно выверенными ртутными термометрами, шарики которых находились в теле жезла. Шкалы термометров выходили из ящика, но тоже были закрыты колпаками со стеклянными окошками. При измерении жезлы укладывали на специальные подставки вдоль базиса один за другим. Затем задний жезл переносили вперед, и измерение шло непрерывно от одного конца базиса к другому.

Наклон жезлов определяли по уровню. Мерные жезлы всегда находились в тени, для предохранения от солнечных лучей вдоль измеряемого базиса передвигали щиты, обтянутые белой клеенкой. С помощью прибора Струве в день измеряли 600–800 м с точностью 1 : 450 000. К тому времени в России уже существовали и жезловый прибор Теннера (1816 г.) и прибор Шуберта (1820 г.), в Германии – базисный прибор Бесселя, в Англии – прибор Кольби, но точность английских и немецких базисных жезловых приборов была немного ниже.

В триангуляционных работах Теннера и Струве были свои особенности. Струве преследовал научные цели и не закладывал на своих пунктах долговременные центры, поэтому триангуляционные пункты Струве были быстро потеряны. К. И. Теннер поставил свои работы более рационально. Он закреплял пункты триангуляции долговременными центрами из камней и кирпичей. Некоторые пункты Теннера сохранились до сих пор. Струве производил угловые измерения с земли, в качестве наружных знаков устанавливал простые пирамиды. Теннер, проходя по равнинным и залесенным районам Белоруссии, Украины и Бессарабии, сооружал высокие геодезические пункты, достигавшие 40 м при средней высоте 19 м, что равняется высоте современного 6-этажного дома.

Русская дуга меридиана имела исключительную научную ценность еще и потому, что все работы велись по одному плану, однородными приборами и по одинаковым методикам. В истории градусных измерений труды Струве и Теннера положили начало международному сотрудничеству геодезистов при решении научных задач. Фридрих Вильгельм Бессель (1784–1846 гг.) использовал русские измерения в числе десяти лучших измерений длины градуса меридиана для вывода размеров референц-эллипсоида, названного Бесселевым. В нашей стране на поверхности этого эллипсоида обрабатывали геодезические измерения вплоть до 1942 г.

Есть и другой способ определения эллипсоидальности Земли – измерением длины градусов параллели. Равенство их длин на каждой параллели подтвердит, что параллели – малые круги, а фигура Земли – правильный эллипсоид. Неравенство покажет отклонения ее поверхности от формы эллипсоида. Первое измерение параллели сделано Жаком Кассини и Миральди в 1734 г. В 1818–1822 гг. по инициативе Лапласа франко-итальянская экспедиция произвела первое научно обоснованное градусное измерение по долготе вдоль 46-й параллели ($45^{\circ}43'$) от устья Жиронды до Фиуме. Был образован триангуляционный ряд из 106 треугольников. Измерения показали, что длина градусов этой параллели колеблется от 77,985 до 77,792 км. В 1857 г. англичанин Эри измерил дугу параллели между Гринвичем и западным берегом Ирландии. Но особенно ценные труды в этой области совершил В. Я. Струве, под руководством которого в 1860 г. выполнены измерения по 52-й параллели через Саратов, Оренбург, Орск –

до Урала. Эти работы были продолжены в 1862–1888 гг. на запад по всей Европе до берегов Ирландии, явившись основой общеевропейского градусного измерения по параллели протяженностью в 70° .

В 1861 г. Байер начал одновременное измерение дуг меридианов и параллелей между меридианами Бонна и Кенигсберга и параллелями Осло и Палермо.

Наиболее значительные градусные измерения по параллелям:

- американская дуга по 39-й параллели (широта Вашингтона) через весь материк от Атлантического океана до Тихого длиной около 44° ;
- дуга по 47,5-й параллели через всю южную Россию длиной около 20° по долготе;
- грандиозная дуга от Орши до Хабаровска длиной в 107° (более 10 000 км) была завершена измерениями в 1936 г.

Все эти измерения подтвердили, что Земля – сплюснутый у полюсов и очень неправильный сфероид, фигуру которого и назвали геоидом.

1.5.3. Геодезические работы в России

Петровские реформы сыграли в России ту же роль, что в Западной Европе – Возрождение. В XVIII в. наступил русский Ренессанс со всеми типичными признаками этой эпохи. Естественно, коснулся он и геодезии.

Мысль о необходимости общегосударственных съемок зародилась еще в конце царствования Алексея Михайловича, отца Петра I, но в тот период не было других «приборов», кроме мерных веревок, не было и специалистов по этой части. С воцарением Петра I изменилась техническая политика государства. После возвращения из Голландии Петр I стал посылать за границу офицеров для изучения методов западноевропейской геодезии, а после их возвращения – снаряжать экспедиции для топографических съемок земель и гидрографических работ на морях. Еще в 1696 г. в связи с Азовскими походами Петра I начались промерные работы на р. Дон от Воронежа до Азова, инструментальные съемки побережий Азовского и Черного морей, а с 1710 г. – съемки на Балтике. В 1714 г. приступили к съемочным и гидрографическим работам на побережье Каспия.

В 1699 г. Яков Вилимович Брюс (1670–1735 гг.), сподвижник Петра I, составил карту Московии до берегов Малой Азии в примерном масштабе $1 : 4\,200\,000$. С началом XVIII в. началась систематическая подготовка отечественных съемщиков-геодезистов. В 1701 г. открылась Московская школа математических и навигацких наук. Окончившие школу шли служить не только во флот. Их определяли на службу и в артиллерию, и по архитектурной части, и «к делам геодезическим». Ученики навигацкой школы в 1705 г. начали геодезические изыскания – трассировку и нивелирование – прямой дороги Москва – Петербург, а в 1707 г. произвели съем-

ку г. Москвы. В том же году напечатана карта Я. Брюса «Изображение глобуса земного». Это карта полушарий, имеющих меридианы и параллели. На карту нанесены Америка, Африка, Европа и Азия. У Южного полюса показана огромная, простирающаяся до 50° ю. ш. «земля Магеллановская южная, неведоманная», т. е. неисследованная. Между Азией и Америкой вместо пролива указано целое море. В 1715 г. старшие классы навигацкой школы перевели в Петербург, и на их базе образована Морская академия, а при ней создан отдельный геодезический класс.

В 1720 г. Петр I послал геодезистов для инструментальных съемок российских губерний Западной Сибири и Кавказа. 304 геодезиста начали планомерную съемку территории государства. В каждом губернском или уездном городе они астрономическими методами определяли географические координаты, а затем выполняли радиальные съемки. Направление каждого маршрута определяли по буссоли, расстояния измеряли 10-саженной мерной цепью. Земные предметы, расположенные по сторонам хода, определяли засечками. Работа была закончена в 1744 г., в результате съемками было охвачено примерно 50 % европейской и около 20 % азиатской России.

Сбор результатов съемок различных экспедиций Петр I поручил Сенату. Для того, чтобы поставить дело на твердое научное основание, он пригласил на работу ученика Доменико Кассини астронома Ж. Делиля, который приехал в Россию в 1726 г. уже после смерти Петра. Жозеф Николас Делиль (1688–1768 гг.) положил начало точным геодезическим работам в России, руководил составлением генеральной карты империи. В 1735 г. он выдвинул идею о создании в России единой Службы времени. Лично выполнил наблюдения на многих астропунктах. Предполагая начать градусные измерения для изучения фигуры Земли, он в 1737 г. дважды измерил по льду Финского залива базис длиной 22,6 км между Петергофом и Сестрорецком с относительной ошибкой 1 : 10 850. В 1739 г. по предложению Делиля при Академии наук создан Географический департамент, с тем, чтобы в одном месте объединить все работы по картографированию страны. После Делиля начальником департамента в 1747 г. стал знаменитый Леонард Эйлер (1707–1783 гг.). Департамент существовал до 1800 г. Еще до приезда Делиля в Россию морские промеры и съемки морских берегов были в 1724 г. переданы Адмиралтейств-коллегии. Таким образом, гидрография была отделена от топографии.

В 1719 г. по указанию Петра I геодезисты И. М. Евреинов и Ф. Ф. Лужин отправились для исследования Тихого океана в районе Курильских островов. Им была поставлена задача узнать, «сошлася ли Америка с Азией». Теперь нам известно, что эту задачу решил С. Дежнев в 1648 г., но материалы его плавания не получили известности, и вопрос пришлось решать заново. Евреинов и Лужин составили карту Камчатки, основанную на инструментальной

съемке, но не достигли берегов Америки. Для решения этой проблемы в 1725 г. из Санкт-Петербурга отбыла Первая Камчатская экспедиция (1725–1730 гг.) под начальством капитан-командора русского флота Витуса Ионассена Беринга (1681–1741 гг.), на флоте его звали Иван Иванович. В 1728 г. экспедиция на боте «Св. Гавриил» отправилась из Охотска к берегам Камчатки. В составе экспедиции были геодезисты Г. Потулов и Ф. Лужин. Экспедиция выполнила первые съемки северо-восточных берегов Сибири, вошла в пролив, поднявшись до $67^{\circ}18'$ с. ш., т. е. практически вошла в Чукотское море. Впоследствии пролив назвали именем начальника экспедиции.

В 1732 г. Иван Федоров и сопровождавший его геодезист М. С. Гвоздев на том же боте «Св. Гавриил» проплыли через Берингов пролив и вышли к побережью Аляски в районе м. Принца Уэльского. Это были первые исследователи, которые рассмотрели оба берега Берингова пролива, так как С. Дежнев и В. Беринг из-за плохой погоды видели лишь азиатское побережье.

Выполнить съемку берегов Америки удалось лишь участникам Второй Камчатской экспедиции (1733–1743 гг.), известной как Великая Северная экспедиция. Задачами экспедиции являлись обследование района Тихого океана, омывающего северо-восточные берега Азии, изучение побережья Северного Ледовитого океана и островов, лежащих против устья крупных северных рек. В состав академического отряда экспедиции входили геодезисты А. Красильников, Н. Чекин, А. Иванов, М. Ушаков.

Летом 1740 г. вторая экспедиция Беринга вышла из Охотска на двух судах: «Св. Петр» и «Св. Павел». В том же году корабли зазимовали в Авачинской губе. Порт, при этом заложенный, назвали по именам кораблей – Петропавловск. В следующем году капитан-командор погиб. Его заместитель Алексей Ильич Чириков (1703–1748 гг.) на пакетботе «Св. Павел» в течение последующих двух лет открыл и нанес на карту очертания Аляски на протяжении 425 км, открыл ряд островов в Алеутской гряде. Его соратник по экспедиции М. П. Шпанберг нанес на карту Курильские острова.

Участники Великой Северной экспедиции за семь лет составили карты всего северного побережья России. Работы выполнялись с помощью градшток, квадрантов, длиннофокусных зрительных труб и буссолей. Экспедиция состояла из отдельных сухопутных и морских отрядов. Общее руководство осуществлял президент Адмиралтейской коллегии Н. Ф. Головин. Благодаря работе экспедиции северный фасад России от Белого моря и почти до устья р. Колыма был положен на карту.

Все астрономические наблюдения обработал Андрей Дмитриевич Красильников, который сам определил 10 астропунктов и еще на 34 пунктах выполнил наблюдения только широты. Широты определяли по высотам Солнца, они отличаются от современных данных не более чем на $1'$. Долготы определяли из покрытий звезд Луной, а также по наблюдениям лунных или

солнечных затмений со средней ошибкой около $1,5^\circ$. А. Д. Красильников первым вычислил протяженность России по долготе от восточных берегов Камчатки до западной оконечности о-ва Даго. Геодезические работы экспедиции определили координаты островов, морских берегов, устьев рек и заливов. Составлены 53 карты побережья. Карты, созданные в XVIII в., резко отличаются от карт допетровского периода, поскольку в их основу положены научные данные. Все они имеют правильную градусную сетку; изменились очертания берегов и обозначения селений.

Морские карты в начале царствования Петра I составляли иностранные специалисты, так как русских не было. Каспийское море, на северном побережье которого Россия прочно утвердилась еще при Иване Грозном, было совершенно неизведанным. Честь его картографирования принадлежит первому русскому гидрографу Федору Ивановичу Соймонову (1682–1780 гг.). В 1719–1720 гг. он в составе экспедиции К. П. Вердена участвовал в съемках западного и южного побережья Каспийского моря. Весь берег и острова снимали с помощью астролябии. Расстояния до берегов и между островами определяли «тригонометрически, так, чтобы всякий пункт через пять, четыре, или по крайней мере три разных операции пересекался». Широты 12 пунктов на побережье были определены Ф. И. Соймоновым астрономически, на шести из них он определил магнитное склонение стрелки компаса, которое ранее на русских картах не показывалось.

В 1726 г. Соймонов приступил к уточнению карты всего Каспийского моря. По данным съемок была составлена общая карта, на которой широкой полосой побережья нанесены горы, реки, леса, дороги, населенные пункты и крепости. Она послужила основанием для составления под руководством Ф. И. Соймонова атласа карт Каспийского моря на восьми листах, изданного в 1731 г. Благодаря большим достоинствам атласа им пользовались около 100 лет. Только в 1826 г. был издан новый атлас и лощия Каспийского моря.

В 1738 г. Ф. И. Соймонов исправил и издал атлас карт Балтийского моря. По его инициативе начата опись берегов Северного Ледовитого океана. В 1740 г. Ф. И. Соймонов нанес на карту Белое море. Это была последняя из составленных им карт. В том же году Соймонов как участник политического заговора против Бирона (в период правления Анны Иоановны) был арестован, подвергнут жестоким пыткам и сослан в Охотск на вечную каторгу с вырыванием ноздрей. На каторге Соймонов пробыл около двух лет. Дочь Петра Елизавета, воцарившаяся на российском троне, издала указ об освобождении Соймонова и вернула ему дворянское достоинство. Федор Иванович по собственному желанию остался в Сибири. В конце 1753 г. Ф. И. Соймонова назначили начальником крупной Нерченской экспедиции. Под его руководством были составлены карты рек Шилки, Аргуни, планы г. Нерченска. В 1757 г. Елизавета назначила его губер-

натором всей Сибири. Губернатором Ф. И. Соймонов пробыл более шести лет, проявив себя талантливым администратором. Он основал в г. Охотске Навигационную школу для подготовки штурманов и геодезистов, организовал ряд экспедиций для отыскания и исследования неизвестных земель. В 1763 г. Ф. И. Соймонов указом Екатерины Второй переведен в Петербург на должность сенатора. В 1766 г. он ушел в отставку в чине адмирала и, прожив еще 14 лет, скончался в своем имении близ Серпухова.

Все дальше уходили геодезисты к южным окраинам России. В октябре 1731 г. казахский хан Абулхаир обратился к русскому правительству с просьбой о принятии его вместе с казахским народом в подданство России. Просьба была удовлетворена, к Абулхаиру направили посольство, в состав которого входили два офицера-геодезиста. С той поры северные берега Арала стали достоверно изображаться на картах. В 1741 г. геодезист Иван Муравин на основании маршрутных топографических съемок составил первую карту восточного побережья Аральского моря с впадающими в него реками, в том числе Сырдарьей.

Первая инструментальная съемка всей Москвы начата в 1731 г. Работы завершились в 1739 г. созданием первого инструментального плана Москвы в масштабе 1 : 21 000. В 1737 г. начаты работы по составлению первого аналогичного плана всего Петербурга. В 1745 г. издан на двух языках первый полный «Атлас Российский», состоявший из 19 отдельных карт и генеральной карты всей Российской империи. Карты составлены по новейшим на то время астрономическим определениям мест. К атласу приложен каталог координат 62 «знатнейших мест российской империи», для 54 из них долготы получены косвенно, при составлении генеральной карты.

Интересно познакомиться со старинными методами съемки и составления карт значительных территорий страны. Составители атласа признавали метод триангуляции самым надежным методом создания планового обоснования карт, но из-за трудоемкости, длительности и высокой стоимости работ, связанных с сооружением высоких наружных знаков, были вынуждены отказаться от него. Вместо этого поступали следующим способом. Геодезисты двигались по большим дорогам, ведущим из губернских городов, отмечая по буссоли (компасу) с диоптрами все повороты, а с помощью мерной цепи измеряли длину отдельных участков дорог. Все подробности, расположенные по сторонам дорог, определяли засечками с помощью той же буссоли. Эти вымеренные дороги наряду с пунктами, координаты которых получены из астрономических определений, являлись главной опорной сетью будущей карты. При астрономических определениях обязательно измеряли и склонение магнитной стрелки, которое учитывали при нанесении дорог на карту.

На всех остальных дорогах для измерения линий вместо мерной цепи применяли счетчики шагов или мерное колесо телеги, окружность которого известна, с приспособлением для счета оборотов колеса. Такой способ изме-

рения длины гораздо менее точен, чем измерения цепью, из-за неровностей рельефа местности, по которой проложена дорога. Направления течений и длину рек определяли аналогично при передвижении вдоль берегов. Объекты, скрытые за препятствиями, наносили на карту при личном посещении геодезистом или по опросам местных жителей. Применялся и менее надежный способ съемки, при котором геодезист поднимался на некоторую командную вершину, с которой открывался хороший обзор, и с помощью астролябии помечал направления на характерные объекты, а потом из опроса местных жителей узнавал, каково расстояние между этими точками. На карту наносили города, деревни, заводы, крепости, порты, каналы, колодцы, мосты, монастыри, остроги, зимовья и даже развалины.

Шарообразная поверхность Земли изображалась на карте в картографической проекции Делиля на секующем конусе. Некоторые карты были составлены в полярной проекции. По меридианам и параллелям, служащим основой карты, наносили опорные точки, астрономические координаты которых были известны, а по ним располагали и прочее содержание карты путем введения пропорциональных поправок. К составляемым картам предъявлялись следующие требования:

- положения мест и подлинные отстояния их друг от друга должны быть как можно менее искажены;
- эти расстояния по прямым линиям измеряются в одном масштабе;
- меридианы и параллели должны быть расположены на карте так, чтобы по ним достоверно определять широту и долготу прочих мест, нанесенных на карту.

Другие искажения во внимание не принимались.

В 1746 г. начаты городские съемки всех остальных городов государства, а при съемке золоторудных приисков на Урале впервые в России применена единая система прямоугольных координат на большой территории. На площади 56 квадратных верст были разбиты квадраты со стороной в одну версту. Вершины их закрепляли массивными гранитными пирамидами, закопанными в грунт так, чтобы они лишь незначительно выступали над поверхностью.

В середине XVIII в. Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765 гг.) разработал проект нивелирования между Черным и Каспийским морями. Он же составил в полярной проекции карту Северного Ледовитого океана и предложил новый способ определения азимута по наблюдениям близполюсных звезд в элонгациях. М. Ломоносов с 1757 по 1765 г. возглавлял Географический департамент и внедрял в жизнь перспективную съемку местности с помощью камеры-обскуры.



М. В. Ломоносов
(1711–1765 гг.)

В 1763 г. «сержант геодезии» С. Андреев открыл и нанес на карту пять островов в устье р. Колымы (Медвежьи острова), а в 1766 г. в империи началось новое Генеральное государственное межевание земель.

Начало Генерального межевания положено Манифестом Екатерины Великой от 10 сентября 1765 г. Для организации этих работ была образована Межевая экспедиция при Сенате и межевые конторы в губерниях. Для производства полевых работ мерная веревка была заменена 10-саженной металлической цепью, каждый геодезист снабжен «вернейшим инструментом» – астролябией. Все вычисления обязательно выполняли «в две руки», новые планы составляли в стандартном масштабе 100 сажен в дюйме (примерно 1 : 8 400). По этим планам составляли сводные планы уездов в масштабе 1 : 42 000, а на их основе – карты губерний в масштабах до 1 : 336 000.

Съемки ориентировали по буссоли или по гномону, при измерениях допускали погрешности угла – $0,25^\circ$ (сейчас этот допуск составляет 1'); при измерении линий – 1 : 100 (сейчас – 1 : 2 000). Работы велись почти 90 лет и были закончены только в 1855 г. Вначале работы выполняли без надежного обоснования, без триангуляционной сети, не было специалистов по основным работам. Лишь с 1802 г. началась подготовка астрономов-геодезистов из числа офицеров-топографов.

В 1770 г. в Петербурге организована оптико-механическая мастерская, где изготавливали астролябии, теодолиты и другие геодезические приборы. Годом позже П. Б. Иноходцев и Г. М. Ловиц начали геодезические изыскания трассы Волго-Донского канала на основе астрономических пунктов.

Старший сын Ф. И. Соймонова Михаил Федорович активно помогал отцу в делах Нерченской экспедиции. Он получил глубокие систематические познания в области математики, геодезии, горного дела. В 1771 г. М. Ф. Соймонов (1730–1804 гг.) стал президентом Берг-Коллегии и приложил много сил для организации Горного училища. После учреждения 21 октября 1773 г. (1 ноября по новому стилю) в Петербурге Горного училища – ныне Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», – где изучали геодезию «для снятия на поверхности местоположений заводских и окрестностей, отводу лесов, высоты гор и тому подобное», М. Ф. Соймонов стал его первым директором.

14 (27) мая 1779 г. в Москве было открыто землемерное училище, именованное Константиновским. В 1835 г. училище преобразовано в Константиновский межевой институт. В те годы это был центр высшего геодезического образования в России. В 1930 г. постановлением правительства Московский межевой институт преобразован и Московский геодезический институт, в 1936 г. переименован в Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). В настоящее время этот старейший геодезический вуз страны носит название Московский государственный университет геодезии и картографии. Сейчас это веду-

щий вуз России по подготовке специалистов в области геодезии, прикладной геодезии, геодезической астрономии, гравиметрии, аэросъемки, космической съемки, космической и морской геодезии, фотограмметрии, картографии, геодезического приборостроения, исследования природных ресурсов из космоса.

В 1782 г. впервые в России применены горизонталы для изображения рельефа дна на плане Шарташского озера (на Урале).

Желание прочно закрепить за Россией земли Крайнего Севера явилось причиной организации Северо-Ленской экспедиции (1785–1795 гг.) И. И. Биллингса и Г. А. Сарычева. В свое время Великая Северная экспедиция не выполнила съемки побережья Ледовитого океана восточнее Колымы. Этот пробел должна была устранить экспедиция Биллингса, для чего в ее состав ввели геодезистов Л. Гилева и О. Худякова. Кроме того, экспедиции было поручено производить в пути геологические, этнографические, метеорологические, ботанические и зоологические исследования. Экспедиция совершила переход через неведомые тогда Охотско-Колымское нагорье и хребет Черского. Отряд под руководством Г. Сарычева выполнил несколько сухопутных маршрутов по Восточной Якутии, из Охотска морем на Камчатку, пересек Берингов пролив до залива Св. Лаврентия. И. Биллингс во главе сухопутного отряда обследовал Камчатку и Чукотку. Сотрудники экспедиции составили 57 карт исследуемого района.

В 1792 г. издан «Российский Атлас», состоящий из 43 карт в масштабах от 1 : 546 000 до 1 : 7 140 000. К тому времени ни в одном из государств Западной Европы не было определено астрономическими наблюдениями такого количества мест, как в России.

Из многочисленных русских морских экспедиций наиболее интересна экспедиция И. Ф. Крузенштерна, снаряженная на двух кораблях – «Надежда» и «Нева» – для установления морских торговых отношений с Японией и Китаем. За три года плавания экспедиция выполнила большой объем работ по съемке побережий и островов Тихого океана, произвела астрономические определения различных земель, совершила первое российское путешествие вокруг света, а ее руководитель И. Ф. Крузенштерн составил «Атлас южных морей». С 1803 по 1849 гг. русские совершили 36 кругосветных плаваний.

В течение десяти лет, с 1806 по 1815 год, продолжались экспедиции астронома Викентия Карловича Вишневого (1781–1855 гг.), определившие географическое положение пунктов на огромной территории от западных границ государства до Уральских гор и от Белого моря до Закавказья. При несовершенстве приборов В. К. Вишневский смог добиться высокой точности определений. Ошибки широт не превышали 5", а долгот – не более 2" часовой меры. Вишневский первым в России применил для определения долгот способ хронометрических рейсов. С наибольшей возмож-

ной скоростью он совершал поездки между двумя пунктами с известными долготами, производя астрономические наблюдения в промежуточных пунктах. Такой способ позволял установить средний ход хронометра в пути и, сравнивая его с истинным ходом, который был определен в начале и в конце пути, получить значения хранимого времени опорного пункта в моменты астрономических наблюдений.

Хронометры – несовершенные хранители времени, их ход меняется. В дороге он не такой, как на стоянке, поэтому для контроля Вишневский перевозил два карманных хронометра. Стремясь сохранить стабильность хода хронометров, нуждавшихся в постоянной температуре, Вишневский держал их в карманах сюртука, а чтобы циферблаты находились в вертикальном положении, он в маршрутах был вынужден спать сидя в специальном кресле. За 10 лет Вишневский проехал 160 тыс. км, т. е. по существу 4 раза обогнул Землю по экватору. Он определил астрономические координаты 223 населенных пунктов, в том числе всех губернских городов. В 1820-х годах ни одна страна не имела такого количества точно определенных географических пунктов, как Россия. Вишневский, кроме своих экспедиций, известен еще и тем, что он первый измерил высоту Эльбруса.

В 1809 г. сделана небольшая съемка Санкт-Петербурга, на следующий год начали сплошную мензульную съемку Петербургской губернии для составления карты в масштабе 200 сажен в дюйме (1 : 16 800) в проекции Меркатора. В дальнейшем триангуляция Струве–Теннера была связана с триангуляционными сетями Псковской, Новгородской, Петербургской губерний, продолжена до Москвы, а затем на юг Украины до Крыма, на Урал, на Кавказ. Эта триангуляция послужила надежной основой для создания топографической карты Европейской России в проекции Гаусса на 152 листах в масштабе 10 верст в дюйме (1 : 420 000). Работы по созданию карты начаты в 1865 г., закончены в 1889 г. За исходный был принят меридиан Пулкова. Позднее была создана карта Азиатской России в масштабе 100 верст в дюйме (1 : 4 200 000).

На территории Российского государства помимо гражданских геодезистов работы выполняло Военное ведомство. Так, ими только в 1735 г. было сдано в Академию наук 34 ландкарты. Император Павел I в 1796 г. учредил Депо карт, к которому присоединил Географический департамент. На Депо карт был возложен контроль за всеми картографо-геодезическими работами в России, введена строгая цензура на вывоз карт и планов за пределы империи. В 1812 г. Депо карт передано в Военное ведомство и получило название Военно-топографический отдел (ВТО) Генерального штаба, в настоящее время – Военно-топографическое управление Генштаба. Ему было поручено производство астрономических определений, основные работы, съемки, составление и гравирование карт, их издание. С этого времени Военное ведомство монополизировало геодезические работы, засекретило карты как военную

тайну. Такие меры не способствовали успешному развитию науки, экономики, транспорта. Секретность наносила стране огромный ущерб. Между тем новые открытия и усовершенствования измерительных приборов в Западной Европе, новые точные способы определения мест заложили в XIX в. научный фундамент геодезии. Они наглядно показали необходимость проверки и исправления предыдущих работ.

В 1820 г. на северное побережье Сибири была послана пешеходно-санная экспедиция Ф. П. Врангеля и П. Ф. Анжу, которая работала там четыре года. Экспедиция была хорошо оснащена приборами. Имелись береговые квадранты, секстанты, искусственные горизонты, хронометры, барометры, азимут-компасы и термометры. Молодой лейтенант П. Ф. Анжу определил широты и долготы в 15 пунктах, заснял побережье к востоку от дельты р. Яны, составил карту Новосибирских островов. Ф. П. Врангель выполнил полунструментальную съемку от устья Индигирки до Колючинской губы, определив 110 астропунктов. Кроме того, участники экспедиции производили наблюдения за склонением и наклоном магнитной стрелки. В дальнейшем Ледовитый океан изучался почти непрерывно: с одной стороны, потому, что решалась проблема открытия Северного полюса, а с другой потому, что было необходимо проложить Северный морской путь из Атлантического океана в Тихий. В 1825 г. Петр Федорович Анжу участвовал в экспедиции полковника Ф. Ф. Берга, проводившей топографические съемки киргизских степей от северо-восточных берегов Каспия до западных берегов Аральского моря. Впоследствии Ф. П. Врангель и П. Ф. Анжу стали адмиралами российского флота.

В 1820-х годах под руководством К. И. Теннера в Виленской губернии начата первая в России мензульная съемка на основе пунктов триангуляции. К. И. Теннер ввел классификацию сетей триангуляции, разработал правила закрепления пунктов центрами и рассчитал нужное количество пунктов для листа карты определенного масштаба. В эти же годы впервые с большой точностью геометрическим нивелированием установлена разность уровней рек Волги и Дона – 42,7 м (Царицын-Калач). Впервые в мире В. Я. Струве в 1829 г. обнаружил явление боковой рефракции при измерении горизонтальных направлений, подтвердив тем самым предположения К. Гаусса о существовании этого явления.

В 1822 г. учрежден Корпус военных топографов, а при нем Военно-топографическое училище. У истоков Корпуса военных топографов стоял генерал Федор Федорович Шуберт (1789–1865 гг.), который руководил многими геодезическими и астрономическими работами. Он рассчитал размеры трехосного земного эллипсоида, составил каталог 810 астрономических пунктов.



Ф. Ф. Шуберт
(1789–1865 гг.)

Поскольку ВТО преследовал только военные цели, некоторые другие учреждения для удовлетворения общенациональных интересов тоже стали заниматься съемками и составлением карт, конечно, с разрешения властей. В 1838 г. при Министерстве государственных имуществ образован Корпус гражданских топографов «для производства межевания и оценки казенных земель и угодий». Большую роль в развитии геодезических работ сыграли Академия наук, Пулковская обсерватория (основана в 1839 г.), которая была научным геодезическим центром страны, и Русское географическое общество (основано в 1845 г.), которые стремились восполнить пробелы в работах ВТО.

С середины XIX в. при топографических съемках начали использовать кипрегель с вертикальным кругом для определения превышений и нитяным дальномером, который позволил отказаться от мерной цепи при измерениях отстояний рейки от мензулы. Рельеф местности изображали в горизонталях, а на планах городов в крупных масштабах горизонтали проводили по отметкам, полученным из геометрического нивелирования.

Важным достижением русских геодезистов явилось создание в 1868 г. кипрегеля нового образца – КГШ – для мензульной съемки. Он значительно превосходил лучшие заграничные образцы.

В середине XIX в. (1843–1844 гг.) под руководством В. Я. Струве способом перевозки большого числа хронометров определена долгота обсерватории Пулково относительно Гринвича. Более 60 хронометров шестнадцать раз перевозили из Альтоны (близ Гамбурга) в Пулково и обратно. Столько же раз 40 хронометров проделали путь туда и обратно между Альтоной и Гринвичем.

Выполнены триангуляционные работы на Кавказе (1847–1864 гг.) под руководством геодезиста генерала Иосифа Ивановича Ходзько (1800–1881 гг.). Всего в горах Кавказа определено более 200 пунктов 1-го класса и 1200 пунктов 2-го и 3-го классов. Центры пунктов закрепляли на глубине 70 см, они представляли собой большие правильно отесанные камни, на верхней грани которых насекали глубокий крест. Средняя длина стороны триангуляции 54 км, многие стороны имели длину 70–80 км, а некоторые – до 125 км. Самая длинная сторона составляла 136 км, максимальный сферический избыток достигал 20,6". Наружными знаками являлись простые деревянные пирамиды высотой 4–8 м с визирной целью в виде цилиндра. Гелиотропы применяли лишь при наблюдении значительно отдаленных или расположенных в долинах пунктов. Горизонтальные направления измеряли способом круговых приемов теодолитами с диаметром лимбов 36 или 13 см, снабженными верньерами с точностью отсчитывания 4 или 10". Вес наблюдений на пунктах 1-го класса в среднем составлял 22, средняя квадратическая ошибка угла, вычисленная по невязкам треугольников, – 1,16".

Условия работ были неимоверно тяжелы. Мужество русских геодезистов на Кавказе, по нашему мнению, до сих пор не оценено по достоинству. Им пришлось испытать немало опасностей, пробираясь к пунктам через ледники по едва проходимым тропам, вырубая ступени и строя мостки через трещины. Весь экспедиционный груз, включая тяжелые громоздкие приборы, приходилось затаскивать на вершины вручную, не говоря уже о трудности восхождения на высокие отвесные горы. К этому надо добавить постоянные туманы, частые снегопады, свирепые ветры и холода, усугублявшиеся недостатком топлива в горах.

В 1848–1849 гг. экспедиция под руководством Алексея Ивановича Бутакова выполнила съемку, опись и промеры Аральского моря (наибольшая глубина 68 м). Экспедиция составила полную карту побережья и островов, ранее не известных даже местным жителям. Основой карты служили данные измерений на многочисленных астропунктах. В 1860 г. в России впервые использован проволочный телеграф для определения долгот пунктов, а в 1871 г. за исходный меридиан при счете долгот принят меридиан Гринвича – и это за 13 лет до Международной меридианной конференции в Вашингтоне.

В 1865 г. начала выходить специальная десятиверстная карта Европейской России (масштаб 1 : 420 000), использовавшая более 20 тыс. опорных пунктов.

В 1873 г. выполнена первая в России тахеометрическая съемка Дарьяльского ущелья (Кавказ) и начато создание государственной нивелирной сети методом точного геометрического нивелирования. Первая линия проходила по железной дороге Петербург – Москва, средняя квадратическая погрешность нивелирования – 6 мм на 1 км хода. Часть реперов, заложенных при этом в железнодорожные здания, сохранилась и поныне. В том же году Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907 гг.) впервые в мире предложил дифференциальный барометр-высотомер для определения превышений. За этот геодезический прибор Д. И. Менделееву присуждена медаль на Парижской географической выставке. На следующий год А. А. Тилло по результатам нивелирования определил разность уровней Аральского и Каспийского морей в 74 м.

В последней трети XIX в. высокого искусства достигли глазомерные и полуинструментальные съемки, которые выполняли на окраинах государства. Здесь уместно вспомнить об искусстве Николая Михайловича Пржевальского (1839–1888 гг.), составившего карты Уссурийского края и совершившего четыре экспедиции в Центральную Азию; Михаила Васильевича Певцова (1843–1902 гг.), выполнявшего астрономические и геодезические работы в Центральной Азии; Владимира Клавдиевича Арсеньева (1872–1930 гг.). Все они были военными геодезистами, специалистами высокого уровня.

В 1877 г. геодезисты С. Д. Рыльке и И. И. Померанцев начали работы по определению долгот главных пунктов европейской части России с помощью телеграфа.

Базисный прибор с проволоками, значительно ускоривший измерения, предложен шведским геодезистом профессором Эдвардом Едериным в 1884 г., но первые измерения этим прибором выполнены в России в 1888 г. на Пулковском и Молосковицком базисах. Едерин специально приезжал в Россию. Измерения показали высокую эффективность прибора Едерина, и к 1920-м годам он появился во многих европейских странах. Базисный прибор Едерина был усовершенствован русским геодезистом Ф. Ф. Витрамом, предложившим специальные блочные станки, которые позволили значительно уменьшить ошибки, вызываемые изменением натяжения проволок. Дальнейшее изучение погрешностей линейных измерений проволоками продолжилось уже в советский период. Тщательное введение поправок на несимметрию цепной линии, на температурные последствия, на наклон шкал, на географическую широту расположения базиса и некоторых других позволило выполнять базисные измерения инварными проволоками с точностью 1 : 1 000 000.

В 1889 г. военный топограф Смысловский и археолог-любитель Ядринцев организовали экспедицию в Южную Монголию, в долину верховья р. Орхон к возвышенности Хангай, где отыскивали развалины древнего Каракорума, основанного в VIII в. н. э. Это была столица Монгольской империи Чингизхана. Обнаружены руины Кара-Болгосуна, дворца монгольских Великих ханов. В XIII в. в Каракоруме побывал Марко Поло (ок. 1254–1324 гг.). Открытие столицы Чингизхана стоит в одном ряду с открытием Генрихом Шлиманом легендарной Трои.

Геодезист и астроном Е. И. Шилейко во время экспедиции Э. В. Толля на Новосибирские острова и побережье Ледовитого океана в 1893 г. произвел маршрутную съемку на протяжении 4500 км и определил многие астрономические пункты для обоснования этой съемки. В том же году начаты работы по проложению двойного нивелирного хода по линии Омск – Семипалатинск – Алматы – оз. Зайсан протяженностью 2305 верст. Работы закончены в 1895 г. В 1901 г. установлена нивелирная связь уровня Тихого океана у Владивостока относительно Кронштадтского нормального нуля (–70 см), а в 1903 г. с помощью проволочного телеграфа через Потсдам определена разность долгот Гринвича и Пулково.

В заключение отметим русские работы на Памире, начатые в 1909 г. для соединения среднеазиатской триангуляции с триангуляцией Индии. Эти работы выполняли русские и английские геодезисты, продвигаясь навстречу друг другу. Русской экспедицией руководил подполковник Корпуса военных топографов М. Чейкин. Работы начались от г. Ош через горные пустыни Памира. На высотах около 5000 м были воздвигнуты дере-

вянные пирамиды, заложены долговременные центры и произведены высокоточные угломерные наблюдения. Все тригонометрические работы выполнены в 1910–1912 гг. самим Чейкиным. Кроме него в экспедиции участвовали три казака и около десятка местных жителей. Триангуляционный ряд состоял из 85 простых треугольников со средними длинами сторон от 7 до 12 км. Максимальная длина достигала 39 км. Горизонтальные углы измерялись шестью приемами с помощью 10-секундного теодолита Гильдебранда. Средняя ошибка угла, полученная по невязкам треугольников, равна 2,89". На Памире под руководством начальника Туркестанского военно-топографического отдела генерал-майора Репьева был измерен базис, расположенный на высоте 4000 м. Длина базиса 8,4 км измерена тремя инварными проволоками с относительной ошибкой 1 : 4 200 000. На одном из концов базиса выполнены астрономические наблюдения. 9 июля 1912 г. вблизи общего пункта триангуляции на горе Беик произошла встреча русских геодезистов с английскими.

Итак, Новое время в истории геодезии характеризуется:

- градусными измерениями;
- появлением топографии, т. е. вертикальных съемок местности;
- возрождением метода геометрического нивелирования;
- составлением карт на строго научной основе, созданием ряда картографических проекций.

1.6. Современный период (XX–XXI вв.)

1.6.1. Общий обзор

Конец XIX и начало XX вв. для среды интеллигенции характеризовались бескорыстным служением обществу, идеалам и истине. Это наглядно видно на всех направлениях науки и искусства, где можно найти массу ярких тому доказательств, например, жизнь и деятельность Рентгена, Луи Пастера, Пьера и Мари Кюри. В истории геодезии характерным примером может служить жизнь французского геодезиста-энтузиаста Поля Эльброннэ. Он в течение 20 лет на собственные средства производил триангуляционные работы в горах Французских Альп, покрыв сетью 20 тыс. км². Видимость в горах часто ограничена из-за низких туч, и на некоторых пунктах Эльброннэ приходилось жить по 3-4 недели в ожидании ясной погоды. В 1925 г. он осуществил трудноисполнимую триангуляционную связь о-ва Корсика с побережьем Франции. Наименьшая длина стороны через море составила 196 км, а наибольшая – 271 км. Наблюдения Эльброннэ выполнял только по ночам на свет мощных прожекторов. История науки в обобщенном виде реже волнует нас, чем конкретные исторические судьбы и эпизоды. Вот один рабочий эпизод из жизни энтузиаста, когда он пережил страшный ураган в горах. Ветром

была сорвана крыша хижины, где он ночевал. Два массивных камня, которые придерживали крышу, упали внутрь жилища и проломили доски кровати, чуть не убив самого Эльброннэ. К счастью, геодезические приборы уцелели, пострадал только упаковочный ящик.

Современный период в истории геодезии начался в последнем десятилетии XIX в. Общечеловеческой точкой отсчета начала современного периода геодезии можно считать величайшее открытие современности – изобретение нашим соотечественником А. С. Поповым радиосвязи в 1895 г. Радио сразу вошло в жизнь человечества. Сейчас невозможно представить жизнь без радиоволн. Появление радио совершило подлинный переворот во всех областях науки и техники. Долготные определения тоже значительно усовершенствовались с применением радиометодов. Первое определение разности долгот по беспроводному телеграфу сделано в 1906 г. между г. Потсдамом и горой Брокен, находящимися на расстоянии примерно 200 км друг от друга. В России в 1910 г. геодезист О. Г. Дитц и гидрограф Н. Н. Матусевич впервые произвели радиотелеграфное определение разности долгот Мариенхамна (на Аландских островах) и маяка Богшер в Балтийском море. В СССР первое долготное определение по радио выполнено в 1922 г. астрономом П. И. Яшновым на основном пункте «Саратов». В 1925 г. по радио была окончательно определена долгота Пулковской обсерватории.

В первую очередь современный период геодезии характеризуется совершенствованием приборов и методов работы с целью поднятия производительности труда. Ускорение развития приборостроения шло по двум направлениям: повышение точности измерений и введение элементов автоматизации на пути к полной автоматизации работ.

Созданию современных надежных и малогабаритных приборов посвятил свою жизнь знаменитый швейцарский геодезист-конструктор Генрих Вильд (1877–1951 гг.). В 1908 г. он ввел внутреннюю фокусировку зрительных труб, предложил контактный уровень; в 1918 г. – оптический микрометр с плоскопараллельной пластинкой и прецизионные рейки со шкалой, нанесенной на инварную ленту. В 1922 г. фирма «Карл Цейс» в Йене серийно выпустила первый оптический теодолит со стеклянными кругами, в конструкции которого были реализованы изобретения Г. Вильда. Впоследствии фирма «Карл Цейс» соединилась с фирмой «Оптон Файнтехник».

Трудоемкость линейных измерений потребовала создания принципиально новых приборов, призванных исключить измерение расстояний проволоками, лентами или рулетками. В 1932 г. в России начались первые опыты по измерению расстояний с помощью фазового радиодальномера. Прибор сконструировал инженер А. С. Щеглов по схеме Л. И. Мендельштама – Н. Д. Папалески. Первый электрооптический светодальномер изобрел в 1933 г. советский инженер Г. И. Трофимук. На прибор было получе-

но авторское свидетельство, но сам прибор не был построен. Тем не менее в 1936 г. инженеры В. В. Балаков и В. Г. Вафиади под руководством академика А. А. Лебедева построили первый в мире светодальномер, которым можно было измерять расстояния до 4 км с относительной ошибкой 1 : 2 000. За рубежом первый светодальномер был разработан в Швеции Е. Бергстрандом только в 1943 г.

Широкое признание подобные приборы получили после 1951 г., когда шведская фирма АГА выпустила геодиметр конструкции Бергстранда. В 1957 г. Уодли (Южная Африка) создал конструкцию теллуromетра. Последующее внедрение лазеров, микромодулей и других средств новой техники позволило создать в разных странах ряд высокоэффективных семейств светодальномеров и радиодальномеров различной точности и большого диапазона действия.

Быстрое развитие во всем мире электронной вычислительной техники – наиболее характерное явление современного периода. Внедрение ЭВМ в топографо-геодезическое производство позволило не только на более строгой научной основе производить уравнительные вычисления, но и значительно повысить производительность труда.

Методы изучения земной поверхности достигли высокой степени совершенства. Широкое внедрение аэрофотосъемки позволило при государственных топографических работах заменить трудоемкие тахеометрические и мензульные способы наиболее прогрессивным стереофотограмметрическим способом.

Современный период развития геодезии характеризуют четыре основных аспекта:

- широкое развитие аэрофото-, а позднее и космической съемки, огромные успехи стереофотограмметрии;
- появление и внедрение в практику работ электронных приборов, в первую очередь светодальномеров, позволивших решить извечную проблему – уравновесить угловые и линейные измерения. В предыдущие исторические периоды линии всегда измерялись грубее, чем горизонтальные углы;
- создание принципиально новых радиокосмических систем, позволяющих с очень высокой точностью автономно определять координаты пунктов;
- переворот в вычислительной технике: современные ЭВМ позволили не только значительно ускорить камеральную обработку измерений, но и с новых позиций подойти к вопросам уравнивания геодезических сетей.

1.6.2. Развитие геодезии в СССР

Царское правительство оставило советской власти убогое наследство в области геодезии и топографии. После Октябрьской революции начался новый этап в развитии топографо-геодезических работ. На заре образования Советского социалистического государства был создан центральный орган для производства и координирования всех видов геодезических работ в стране – Высшее геодезическое управление (ВГУ). В начале своей деятельности ВГУ основное внимание уделяло согласованию и объединению геодезических работ, выполняемых различными организациями. Первое десятилетие прошло в поисках концепции развития, обучении кадров специалистов, в подготовке приборов и оборудования. К началу 1930-х годов геодезическая изученность страны составляла всего 13,5 %.

Начало геодезического приборостроения в СССР положено в 1925 г., когда в Москве были организованы заводы точной механики и геодезических приборов «Геодезия» и «Геофизика». На заводах освоили выпуск теодолитов, кипрегелей с мензулами, нивелиров и реек. В 1927 г. на заводе «Геофизика» разработана облегченная конструкция теодолита-тахеометра ТТ-30. В середине 1930-х годов в связи с резким возрастанием объемов работ по картографированию страны была поставлена задача создания высокоточных отечественных приборов. В 1934 г. заработал завод «Аэрогео-прибор», который с 1937 г. стал выпускать большой триангуляционный теодолит ТТ 2"/6" и астрономический универсал АУ 2"/10", а позднее – прецизионные нивелиры, пассажные инструменты, зенит-телескопы, инварные проволоки, гравиметрические маятники и другие приборы. Курс в приборостроении был взят на создание приборов минимальной массы при условии их компактности и прочности. Перед началом Великой Отечественной войны заводы геодезического приборостроения выпускали практически все типы приборов для нужд народного хозяйства и обороны страны.

Отечественными специалистами на 1922 г. был подготовлен первый «Русский астрономический ежегодник», издание которого продолжается и в настоящее время. В том же году ВГУ на основе съемок предыдущих лет начало составлять листы карты масштаба 1 : 1 000 000, а на следующий год приняты обязательные метрические масштабы для вновь выпускаемых карт. В 1924 г. начаты крупномасштабные съемки городов в масштабах 1 : 500–1 : 5 000 по новой технической инструкции.

В 1926 г. образован Государственный картографический институт, который в 1928 г. был преобразован в Научно-исследовательский институт геодезии и картографии (позднее Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэрофотосъемки и картографии – ЦНИИГАиК). Институту было поручено решить широкий круг вопросов, в числе которых разработка типов центров, реперов и наружных знаков геодезической сети;

эталонирование инварных проволок и лент; стандартизация высокоточных геодезических приборов; разработка методик триангуляционных и астрономических работ; исследование влияния вертикальной и боковой рефракции на точность геодезических работ; организация Службы времени; изучение колебаний географического полюса и отвесной линии; выполнение гравиметрических работ; разработка вопросов вычисления и уравнивания государственной геодезической сети; опытные работы по аэрофотосъемке; создание новых картографических проекций; разработка программ содержания карт разных масштабов и их научное редактирование.

В 1928 г. профессор Феодосий Николаевич Красовский (1878–1948 гг.) разработал схему и программу создания единой государственной опорной геодезической сети. В 1930-х годах началось интенсивное развитие государственных геодезических сетей, которые в основном создавались методом триангуляции.

Все триангуляции уравнивались совместно на референц-эллипсоиде Бесселя в Пулковской системе координат 1932 г. В этой системе были вычислены координаты всех пунктов сети, проложенной на восток примерно до меридиана Красноярска. На Дальнем Востоке триангуляции вычислялись тоже на поверхности эллипсоида Бесселя, но в Свободненской системе координат, названной так по одноименному фундаментальному астропункту вблизи г. Свободный в Амурской области. При соединении двух систем выяснилось, что расхождения координат связующих пунктов достигают почти километра. Такое расхождение получилось потому, что размеры эллипсоида Бесселя оказались значительно преуменьшенными, а его ориентировка в теле Земли не соответствовала особенностям территории СССР, вытянутой по долготе.

Группа ученых ЦНИИГАиК под руководством Ф. Н. Красовского и А. А. Изотова проделала огромную исследовательскую работу по выводу параметров нового эллипсоида, подходящего для территории СССР. Работа была закончена в 1940 г., и эллипсоид назвали в честь основоположника – референц-эллипсоид Красовского. Исходным пунктом был выбран центр Круглого зала А Пулковской обсерватории. Эта геодезическая система, получившая название Система координат 1942 г., была принята после окончания Великой Отечественной войны, в 1946 г. Она стала надежным математическим фундаментом для создания государственной опорной сети и проведения сплошного картографирования страны. К началу Отечественной войны территория СССР была покрыта съемками разных масштабов и различной давности только на 23 %. Даже ряд важнейших промышленных районов не был полностью обеспечен топографическими картами.



Ф. Н. Красовский
(1878–1948 гг.)

Неоценимы заслуги геодезистов и топографов в годы Отечественной войны. Требовалось срочно обеспечить Советскую армию картами, которые были нужны для управления войсками, для решения разнообразных тактических и стратегических задач. Геодезисты выполнили огромный объем работы по развитию опорных сетей, дешифрированию аэрофотоснимков, картографированию и определению координат целей. За период 1941–1945 гг. государственная геодезическая сеть пополнилась 3121 пунктом 1-го и 2-го классов, проложено 38,4 тыс. км нивелирных ходов I и II классов. Созданное плано-высотное обоснование позволило широко развивать топографические съемки не только в прифронтовых районах, но и на территории Дальнего Востока, Средней Азии.

Съемки необжитых и малообжитых районов Сибири и Северо-Востока страны выполнялись только стереотопографическим методом по материалам сплошной аэрофотосъемки. При отсутствии пунктов триангуляции плановая основа съемки состояла из астропунктов, располагаемых по углам съемочных планшетов, но не далее 100 км друг от друга. Высотное обоснование в открытых районах состояло из высотно-теодолитных ходов, а в закрытых и горных районах – из ходов барометрического нивелирования. Дешифрирование аэроснимков в натуре ограничивалось редкими дорожной сетью и населенными пунктами, остальные элементы дешифрировали камерально. К концу войны были закончены топографические съемки Казахстана и Средней Азии в масштабе 1 : 200 000.

В грозном и трудном 1943 г., следуя запросам производства, вузы начали подготовку инженеров по специальности «инженерная геодезия». Методы и приборы инженерной геодезии во многом специфичны, ориентированы на применение при инженерных изысканиях, в строительстве, региональном кадастре, при многих прикладных научных исследованиях. При установке уникального технологического оборудования по высоте часто требуется выдерживать точность в десятых, а иногда даже сотых долях миллиметра. Строительство мостов, проходка тоннелей, строительство телебашен, крупных реакторов требуют специальных видов геодезических работ.

Первые гравиметрические съемки в СССР начаты профессором Александром Александровичем Михайловым (1888–1981 гг.) в 1920 г., а к концу 1940-х годов общая гравиметрическая съемка по единому научному методу и по одной технической инструкции была успешно завершена. В 1949 г. Михаил Сергеевич Молоденский (1909–1991 гг.) впервые в мире доказал возможность определения фигуры Земли без привлечения сведений о структуре земной коры, а на следующий год полностью завершил разработку теории нормальных высот. В 1977 г. в СССР было закончено переуравнивание в систему нормальных высот нивелирной сети I и II классов, состоящей из 500 полигонов, общей протяженностью более 110 тыс. км. Система известна под названием «Балтийская-77».

В настоящее время во всем мире широкое распространение получили нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования. Приоритет в создании таких приборов принадлежит советским конструкторам, в частности Г. Ю. Стодолкевичу. Опытный образец нивелира Стодолкевича с самоустанавливающимся отсчетным штрих-индексом был изготовлен в 1947 г. За рубежом подобные типы нивелиров появились спустя 10–15 лет.

В 1950-х годах начали создавать отечественные светодальномеры и радиодальномеры. Под руководством В. М. Назарова в 1958 г. в ЦНИИГАиК изобретен светодальномер ЭОД-1. Прибор получил широкое распространение несмотря на значительную массу комплекта (750 кг). С его появлением отпала необходимость в построении базисных сетей и в измерении базисов инварными проволоками. В 1968 г. создан более совершенный и компактный светодальномер «Кварц» с гелий-неоновым лазером, позволивший выполнять высокоточные линейные измерения в любое время суток. Позднее его сменил новый светодальномер «Гранат». Разработаны лазерные нивелиры и лазерные теодолиты, предназначенные для работ при изысканиях и на строительных площадках.

Восстановление народного хозяйства после войны и его дальнейшее развитие потребовало выполнения еще большего объема топографо-геодезических работ. Под общим руководством Сергея Григорьевича Судакова (1904–1992 гг.) на всей территории СССР начали развивать сплошные сети триангуляции 2-го класса, имеющие первоклассную точность. Они тоже являлись астрономо-геодезической сетью, но лишь второй степенью ее развития. За сравнительно короткий срок в стране завершено создание государственной плановой и высотной сети, которая по однородности и точности до сих пор является лучшей в мире. С 1946 по 1955 г. было определено 37 349 пунктов триангуляции 1-го и 2-го классов и проложено более 200 тыс. км высокоточных нивелирных ходов. В 1954 г. намечены трассы 28 линий нивелирования I класса, которые обеспечивали связь уровней всех морей, омывающих СССР. По ним было решено регулярно выполнять повторное нивелирование не реже, чем через 25 лет.

Советские геодезисты разработали и успешно внедрили в производство видоизмененный способ измерения углов во всех комбинациях (предложен А. Ф. Томилиным) и способ измерения направлений «неполными приемами» (способ трех направлений, предложен Ю. А. Аладжаловым). Применение этих способов дает значительные преимущества при измерении горизонтальных углов на пунктах государственной геодезической сети с большим числом направлений.

По инициативе С. Г. Судакова в 1961–1967 гг. на северо-востоке СССР в горной части страны была создана сплошная сеть триангуляции 1-го класса со сторонами большой длины. Такая сеть дала возможность быстро получить первоклассную основу на большой территории и в последующем организовать топографо-геодезические работы в любой ее части. Работы по созданию сети триангуляции 1-го класса с длинными сторонами

выполняли Московское и Якутское АГП, которые разделили всю площадь на две части: западную и восточную. О масштабе работ свидетельствует тот факт, что на территории Якутии сеть покрыла площадь в 195 тыс. км² и содержала 92 пункта триангуляции. Пункты образовали 116 треугольников со сторонами от 23 до 92 км при средней длине стороны 53 км. В сети светодальномером ЭОД-1 были измерены пять базисных сторон 1-го класса и четыре азимута Лапласа. Наблюдения велись триангуляционными теодолитами ТТ 2"/6" способом измерения горизонтальных углов «во всех комбинациях» с весом 35–36 на предметные визирные цели. Лишь два направления наблюдали на свет гелиотропа – когда пункты проектировались на ближний фон. О высокой точности работ говорит средняя квадратическая ошибка угла $m_{\beta} = 0,52''$. В восточной части сети $m_{\beta} = 0,72''$.

В системе Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) с 1958 г. начато использование ЭВМ при уравнивании геодезических сетей, а в 1968 г. создан первый вычислительный центр на базе ЭВМ МА-220.

В настоящее время на территории более чем 22 млн км² имеется сплошная государственная сеть триангуляции 1-го класса. Работа завершена уравниванием в 1992 г. Ошибка взаимного положения пунктов сети составляет менее 5 см, взаимная ошибка положения пунктов, удаленных друг от друга на многие тысячи километров, например Пулково и Владивосток, не превышает 1 м. Государственная геодезическая сеть России обеспечивает решение ряда научных проблем по определению фигуры Земли и по картографированию огромных пространств. По топографо-геодезическому обеспечению среди стран с большой территорией наша страна вышла на первое место, во многом опережая США.

Одним из видов работ, освоенных в 1970-х годах, является топографическая съемка водоемов и континентального шельфа морей и океанов, а также работы, связанные с использованием искусственных спутников Земли.

В 1966 г. автоматическая межпланетная станция «Луна-9» впервые передала на Землю серию панорамных снимков, использованных для составления топографического плана района посадки станции. Это была первая топографическая съемка, произведенная непосредственно на лунной поверхности. Позднее по материалам космических съемок в СССР впервые в истории человечества составлена карта масштаба 1 : 5 000 000 на всю поверхность Луны, а на некоторые ее районы созданы карты масштабов 1 : 2 000 000–1 : 500 000. Созданы карты отдельных участков поверхности Марса в масштабах 1 : 5 000 000 и 1 : 500 000, крупномасштабные планы поверхности Венеры на места посадки космических аппаратов. Эти работы выполнялись под руководством Ю. С. Тюфлина.

Качественные перемены произошли в геодезии за последние 25 лет. Появились глобальные спутниковые координирующие системы. Они позволяют сразу, без предварительных измерений, с высокой точностью определять координаты любых точек земной поверхности. Запуск в марте 1994 г. 24-го спутника в созвездии искусственных спутников Земли Navstar –

«Навигационная система со временем и дальностью» – ознаменовал собой начало использования зарубежной всемирной координирующей системы GPS. В нашей стране функционирует аналогичная спутниковая система ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система.

Спутники всемирных координирующих систем обращаются вокруг Земли на высоте примерно 20 000 км, осуществляя один оборот за 12 часов. Средний срок существования спутника – 7,5 лет. Они размещены в системе GPS в шести орбитальных плоскостях, развернутых по долготе через 60°, в системе ГЛОНАСС – в трех плоскостях, развернутых через 120°. Это позволяет постоянно в любой точке земной поверхности наблюдать не менее четырех спутников. Сердце каждого спутника – атомные часы, работающие на основе цезиевого или рубидиевого стандарта времени и частоты, которые генерируют высокоточную информацию о времени с долговременной стабильностью порядка 10^{-12} . На борту спутника их несколько. Информация о времени, генерируемая всеми спутниками, должна быть синхронизирована управляющим комплексом системы.

Наземный комплекс управления космической системой GPS состоит из пяти станций, расположенных в основном вблизи экватора. Главная станция управления выполняет вычисление ожидаемых координат спутников, навигационных данных, управление часами спутников, обеспечивает взаимодействие со следящими станциями, принимающими сигналы спутников и наземными антеннами, которые передают данные в память спутников.

Спутники излучают радиосигналы на двух частотах с длинами волн около 20 см. Радиоволны передают кодированные сигналы, их принимает и обрабатывает аппаратура в пункте определения координат. Измеряемая величина – это псевдодальность, вычисляемая по времени прохождения сигнала от спутника до антенны приемника. Трехмерное положение вычисляется по псевдодальностям, полученным не менее чем от четырех спутников методом засечки пространственными дугами. Расположение спутников постоянно изменяется, из-за чего качество засечки тоже меняется. Хорошие результаты определения координат обеспечивает благоприятное расположение спутников.

Термин «псевдодальность» отражает то, что фактическое расстояние до спутников искажается ошибками хода часов приемника, которые идут асинхронно с часами на спутнике. Все псевдодальности имеют одну общую черту: их ошибки идентичны. Так как все спутники непрерывно передают параметры, с помощью которых можно идентифицировать их положение на орбите в любое время, то положение приемника и ошибка хода часов могут быть определены по математическим формулам.

Наземные приемники пользователей состоят из микрополосной антенны, предусилителя, высокочастотной секции, которая идентифицирует сигнал и обрабатывает его. Микропроцессор, включенный в поток обработки сигнала, предоставляет навигационное решение и регистрирует данные.

Многие приемники имеют память для записи измерений. Приемники бывают двух классов – навигационные и геодезические. Компактные навигационные приемники обрабатывают только навигационные сообщения и их точность сравнительно невысока: в лучшем случае 15–40 м. Ограничения, установленные рамками стандартных услуг по координированию, уменьшают потенциальные возможности навигационных определений до 100 м.

Геодезические приемники используют режим фазовых измерений, при которых определяют сдвиг фазы несущей частоты, излучаемой спутником. Точность, достигаемая этим способом, – порядка нескольких миллиметров. В зависимости от того, какую несущую частоту имеет приемник, он называется одно- или двухчастотным. Измерения выполняют с двумя разнесенными и определяют разность их координат. Если один приемник установлен на пункте с известными координатами, то легко получить координаты второго приемника.

Человечество вступило в XXI в. с мощным арсеналом измерительной техники: приборами спутниковых координатных определений, электронными тахеометрами, лазерными дальномерами и лазерными нивелирами, наземными и воздушными лазерными сканерами. Появление систем GPS/ГЛОНАСС произвело технологическую революцию в геодезии: освоение космоса позволило дистанционно координировать точки земной поверхности. Такой переход от классических методов геодезии к космическим обусловил философское восприятие окружающей нас реальности на уровне представления в цифровой форме – дигитальное философское восприятие мира. Нет предела техническому прогрессу, и в будущем нас ожидают новые открытия в области геодезии, которые со временем тоже станут предметом истории этой замечательной науки.

2. РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИИ В СТЕНАХ ПЕРВОГО ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА РОССИИ

2.1. Вклад в развитие геодезии профессорско-преподавательского состава геодезической кафедры вуза

Больше двух веков первый транспортный вуз страны – Институт корпуса инженеров путей сообщения (ИКИПС), ныне Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС–ЛИИЖТ) – готовит для России специалистов транспортной отрасли.



Юсуповский дворец –
первое здание Института корпуса инженеров путей сообщения

Основателем и первым ректором университета был выдающийся испанский инженер-механик, строитель и педагог Августин Бетанкур (1758–1824 гг.), приглашенный в Россию императором Александром I.

В записке к проекту организации института А. Бетанкур четко сформулировал цель создания учебного заведения: «Снабдить Россию инженерами, которые прямо по выходе из заведения могли бы быть назначены к производству всех работ в Империи».

Занятия в институте начались с 1 ноября 1810 г. (по старому стилю). Геодезия сразу же вошла в список преподаваемых дисциплин. В начальный период отдельные разделы геодезии – съемка на план местных поло-

жений, правила съемки, употребление орудий геодезических, нивелирование, приложение тригонометрии к геодезии и нивелированию, сферическая тригонометрия, проекция карт, гидрометрические работы – изучались в курсах математики, начертательной геометрии и в «курсе построений».

В первом «Положении об институте» говорилось, что в первые два года воспитанники института обучаются съемке на план местных положений и нивелированию. И уже в годовом отчете Александру I за 1812/1813 учебный год А. Бетанкур докладывал: «Летом мы меньше занимались теорией, подпоручики и прапорщики делали съемку частей города Санкт-Петербурга».

Первыми преподавателями геодезии в институте предположительно были А. Бетанкур и приглашенные из Франции профессора А. Я. Фабр (1782–1844 гг.) и П. П. Базен (1783–1838 гг.). В дальнейшем к преподаванию подключились выпускники института А. П. Девятин и В. Н. Денисов, затем Я. А. Севастьянов и А. Н. Резимон 2-й.

Генерал-майор Корпуса инженеров путей сообщения профессор Я. А. Севастьянов (1796–1849 гг.) был высокоэрудированным ученым. Он является родоначальником начертательной геометрии в России. Весьма значительны заслуги Севастьянова в математике, особенно в геометрии. Книга «Начальные основания аналитической геометрии» – первое оригинальное руководство по аналитической геометрии на русском языке.

Как преподаватель геодезии Я. А. Севастьянов подготовил первый проект о порядке проведения геодезической практики. В документе указывалась ее цель: «Приучить воспитанников на деле к поведению с достаточной верностью различных изысканий, необходимых при составлении проектов каких-либо сооружений».

Программа практики включала съемку местности, нивелирование, определение скорости течения и расхода воды в реках и потоках и исследования свойств грунтов. В проекте указывались сроки практики, места ее проведения, необходимые геодезические приборы, состав и обязанности руководителей и воспитанников. Практика заканчивалась сдачей экзамена «как в теоретической части геодезии, так и в приложении к практике». Программа практики, составленная Я. А. Севастьяновым, оказалась настолько продуманной и удачной, что ее принципы актуальны и сегодня.

С 1823 по 1836 г. Я. А. Севастьянов был помощником директора института по учебной части (проректором). По его предложению, принятому конференцией института (Ученым советом) в 1836 г., все изучаемые предметы были разделены на три разряда «судя по отношению оных к инженерному искусству путей сообщения». К первому (наивысшему) разряду относились математика, начертательная геометрия с ее приложениями, механика, геодезия, курс построений и правила составления проектов.

Ведущий лектор по геодезии в 1843–1845 гг. капитан-профессор В. Д. Евреинов заведовал геодезическим кабинетом и преподавал архитектуру. Он известен как строитель памятника Николаю I на Исаакиевской площади и автор проекта строительных работ для сооружения памятника Екатерине II.

В 1847 г. заведующим кафедрой стал капитан П. Н. Андреев (1818–1893 гг.), впоследствии – заслуженный профессор Института. П. Н. Андреев – автор первого институтского печатного учебника по геодезии «Низшая геодезия. Руководство к правильному производству съемок и нивелирования», изданному в 1857 г. При нем в 1849 г. в круг преподаваемых предметов была введена высшая геодезия, которую он и читал.

П. Н. Андреев известен как редактор «Журнала Министерства путей сообщения» и «Известий Собрания инженеров путей сообщения» – популярных в те годы научно-технических периодических изданий по проблемам транспорта и строительного искусства.

Он является первым заведующим институтской библиотекой. П. Н. Андреев относился к числу самых авторитетных профессоров института того времени. Он проработал заведующим кафедрой 41 год.

На этом посту его сменил выпускник института 1878 г. Н. А. Богуславский (1844–1919 гг.), работавший в Институте с 1869 г. репетитором по высшей математике, начертательной геометрии и геодезии.

Н. А. Богуславский разрабатывал вопросы применения новых геодезических приборов и методов съемки. Он стал пионером применения тахеометрической съемки для изысканий железных дорог в трудных горных условиях Кавказа. Известен Богуславский своими исследованиями водных путей сообщения, прежде всего, Волги. Им подготовлены учебники «Курс высшей геодезии», выдержавший восемь изданий и «Курс низшей геодезии» (четыре издания). На протяжении 40 лет Н. А. Богуславский успешно совмещал педагогическую работу в путевом институте с изыскательской деятельностью. Он проводил топографические съемки в гористой местности в районах Бамбакинского и Добичайского ущелий на Кавказе при строительстве дороги Тифлис – Джульфа, руководил работами по съемке Волги.

Как талантливый ученый он много сделал для развития водного транспорта России. Им изданы такие научные труды, как «Определение расхода в Неве и морском канале», «Волга как путь сообщения», «О реке



П. Н. Андреев
(1818–1893 гг.)



Н. А. Богуславский
(1844–1919 гг.)

Волге в гидрометрическом и экономическом отношении». Совместно с другими авторами он издал атласы планов и профилей Днепра и Оки.

В сентябре 1910 г. заведующим кафедрой стал экстраординарный профессор Императорской Николаевской Академии полковник Д. Д. Сергиевский (1867–1920 гг.).



Д. Д. Сергиевский
(1867–1920 гг.)

Сергиевский является одним из первых исследователей Курской магнитной аномалии, пионером проведения гравиметрических измерений прибором Штернека. Д. Д. Сергиевскому удалось повысить точность выполнения измерений за счет учета некоторых инструментальных погрешностей.

В 1899 г. по высочайшему повелению Д. Д. Сергиевский был назначен для производства градусных измерений на о-в Шпицберген. Он руководил экспедицией, организованной Русской и Шведской Академиями наук, которая продолжалась в течение 1899–1901 гг. три летних сезона и одну зимовку. В полярных широтах такая экспедиция была первой. Экспедиция получила на Шпицбергене выдающиеся научные геодезические результаты. С большой точностью была измерена дуга меридиана в $4^{\circ}11'$, причем российскими участниками экспедиции выполнено две трети работ. После обработки градусных измерений на Шпицбергене получена величина сжатия Земли $1/297,2$ и длина большой полуоси эллипсоида 6378266 м. Эти величины достаточно близки современным параметрам эллипсоида Ф. Н. Красовского.

С 1903 г. Д. Д. Сергиевский начал свою педагогическую деятельность во многих учебных заведениях российской столицы, в том числе в путейском институте.

В 1913 г. в институте издан составленный Д. Д. Сергиевским, курс «Высшей геодезии» с атласом и сборником задач по сферической тригонометрии. Курс был востребован, дважды переиздавался, почти 15 лет он прослужил основным пособием при изучении в институте высшей геодезии.

В 1937 г. для руководства кафедрой геодезии ЛИИЖТ был приглашен доктор технических наук профессор Н. В. Федоров (1892–1947 гг.). Он не только вел большую педагогическую работу, но и проводил научные исследования по оптимизации нивелирования при дорожных изысканиях. Он исследовал факторы, влияющие на точность и скорость выполнения нивелирования: тип и состояние нивелира, тип рейки, способы ее установки, расстояние от нивелира до рейки, рефракция, программа наблюдений, метеорологические условия и др.

Второе направление его научных интересов – совершенствование расчета и разбивки кривых на железных дорогах. Он разработал новое построение таблиц для расчета главных элементов круговых кривых, полностью

освобождающее производителя работ от всяких вычислений. Таблицы оказались настолько удачными, что более поздние издания других авторов сохраняют принципы построения и структуру, предложенную Н. В. Федоровым.

Он разработал способ разбивки переходных и круговых кривых, названный им «способом секущих», пригодный для использования в стесненных условиях (например, в пределах дорожного полотна – от бровки до бровки) и притом с наибольшей для данных условий точностью.

Профессор Н. В. Федоров является автором 17 учебников и учебных пособий. Четвертое (последнее) издание учебника «Геодезия» было выполнено в 1956 г. тиражом 17 000 экз., что, безусловно, говорит о популярности его книг и о высоком методическом мастерстве автора.

Особое место в жизни Николая Васильевича занимала музыка, которой он уделял все свободное время. В институте железнодорожного транспорта Н. В. Федоров создал замечательный студенческий хор, руководителем которого оставался до самой кончины. Хор на высоком профессиональном уровне исполнял музыкальные произведения, прежде всего – из оперной классики.

Выпускник 1919 г., инженер путей сообщения Я. М. Баскин, который заведовал кафедрой в 1942/1943 г. и с 1947 по 1962 гг., много занимался вопросами строительства железных дорог. Он – автор первого учебника по курсу «Постройка железных дорог», монографии «Организация постройки железных дорог» в трех частях, вышедшей в 1933, 1934 и 1936 гг. общим объемом 65 авторских листов, 19 печатных работ объемом около 160 авторских листов.

В начале 1930-х годов Я. М. Баскин получил авторское свидетельство на изобретение способа изготовления шкал логарифмических линеек. Издательство «Прометей» выпустило несколько сотен тысяч линеек и руководство по их использованию (всего было семь изданий руководства). В годы работы в должности заведующего кафедрой геодезии Я. М. Баскин издал учебные пособия по различным разделам курса геодезии: «Аэрофототопография» (1953 г.), «Элементы теории ошибок и способа наименьших квадратов» (1954 г.), «Основы наземной фототопографии (фототеодолитная съемка)» (1954 г.) и др. Профессор Баскин приложил много сил к организации летней геодезической практики на геодезической базе. Ему это удалось: в 1954 г. первые студенческие бригады выполнили практику в пос. Толмачево Лужского района. Практика проводилась там постоянно до 2000 г. и возобновилась после перерыва с 2012 г.



Н. В. Федоров
(1892–1947 гг.)



Я. М. Баскин
(1892–1962 гг.)



Преподаватели кафедры на геобазе в Толмачево (1950-е годы)



Ю. А. Гордеев
(1921–1967 гг.)

Доктор технических наук профессор Ю. А. Гордеев заведовал кафедрой с июня 1962 г. до конца своих дней. Его пригласили на кафедру сложившимся ученым, он один из первых ученых-геодезистов страны, применивших при обработке геодезических измерений обобщенный метод наименьших квадратов. Его перу принадлежит монография «Обобщение приемов оценки точности положения пунктов плановых опорных геодезических сетей». В годы работы в ЛИИЖТ Юрий Александрович проводил исследования по совершенствованию методов крупномасштабной аэрофототопографической съемки железнодорожных станций и узлов.



В. А. Коугия
(род. 1928 г.)

В 1970 г. кафедру возглавил крупный ученый в области геодезии доктор технических наук профессор В. А. Коугия.

Вилио Александрович является автором более 190 научных трудов, в числе которых 10 монографий, 12 учебников и учебных пособий. Профессор В. А. Коугия имеет значительные научные достижения в области геодезии, гидрографии, морской навигации. Он составил первую программу для ЭВМ, автоматизирующую уравнивание сети триангуляции, дал первое строгое решение проблемы учета погрешностей исходных данных при уравнивании геодези-

ческих сетей, решил задачу обнаружения грубых ошибок измерений по результатам уравнивания. В последнее время разработал концепцию создания геодезической основы строительства железной дороги с помощью спутниковых измерений, существенно меняющую технологию изысканий на строительстве высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург–Москва, а также косую проекцию, позволяющую для протяженной произвольно направленной трассы ввести плоскую систему координат и с высокой точностью изобразить трассу на плоскости.

С 1999 по 2003 г. кафедрой заведовал кандидат технических наук доцент В. В. Грузинов. Во многом благодаря его стараниям на кафедре сложилось основное направление научных исследований – геодезическое обеспечение строительства внеклассных мостов.



В. В. Грузинов
(1938–2008 гг.)

2.2. Вклад в развитие геодезии выпускников и сотрудников вуза

Высокий уровень геодезической подготовки инженеров путей сообщения в XIX – начале XX в. способствовал проявлению талантов многих выпускников, которые внесли значительный вклад в развитие отечественной геодезии, фотограмметрии и картографии. Среди них можно назвать начальников Корпуса военных топографов И. Ф. Бларамберга и члена-корреспондента Петербургской АН И. И. Стебницкого, первого начальника школы топографов (в последующем – военно-топографического училища) В. Е. Галямина, руководителя градусного измерения дуги параллели 52° с. ш. И. И. Жилинского, профессора Николаевской академии Генерального Штаба и руководителя астрономической экспедиции в Среднюю Азию А. Ф. Голубева, основоположника щелевого воздушного фотографирования В. В. Семенова, пионеров применения фототеодолитной съемки в стране Н. О. Виллера, П. И. Щурова и многих других.

В дореволюционный период 1917 г. основной объем геодезических и топографических работ в стране был выполнен Корпусом военных топографов, образованном в 1822 г. Из восьми начальников этого корпуса двое являются выпускниками института Корпуса инженеров путей сообщения: И. Ф. Бларамберг (1800–1878 гг.) и И. И. Стебницкий (1832–1897 гг.), оба закончили службу генералами от инфантерии (выше был только чин генерал-фельдмаршала), их фамилии выбиты на медали «В память 50-летия КВТ».



И. Ф. Бларамберг
(1800–1878 гг.)

И. Ф. Бларамберг в 1823 г. окончил юридический факультет Гессенского университета и по приезде в Россию в 1826 г. – ИКИПС. С 1828 г. – на службе в Генеральном Штабе. В 1830–1855 гг. выполнял топографические работы и астрономические наблюдения на Кавказе, в Оренбургском крае, Персии. За рукопись «Описание Кавказа в географическом, историческом и военном отношении» в 1832 г. получил награды от императора Николая I. В 1856–1867 гг. Бларамберг был директором Военно-топографического депо (с 1863 г. – управляющий Военно-топографической частью ГУ ГШ), в 1867–1872 гг. – членом военно-ученого комите-

та. При нем выпускникам училища топографов предоставлено право поступления на геодезическое отделение Николаевской академии Генерального Штаба.



И. И. Стебницкий
(1832–1897 гг.)

В этой академии в 1855–1858 гг. обучался И. И. Стебницкий – начальник Корпуса военных топографов 1885–1896 гг. До этого он в 1844–1852 гг. обучался в ИКИПС, был первым в выпуске, его имя занесено на мраморную доску в конференц-зале Института. Вместе с С. В. Кербедзом он стал проектировщиком-строителем построенной в 1853 г. железнодорожной линии Петербург – Гатчина. С 1858 г. лично проводил и руководил топографо-геодезическими, астрономическими, гравиметрическими и картографическими работами на Северном Кавказе, в Финляндии, Туркменской степи, азиатской Турции и в других местах. Был начальником Кавказского Военно-топографического отдела. Среди его работ следует отметить издание кар-

ты Кавказа в масштабе 40 верст в дюйме и рельефной карты Кавказа в масштабе 10 верст в дюйме, за что в 1869 г. он был удостоен малой золотой медали Русского географического общества, и публикацию результатов полевых исследований «Об отклонении отвесных линий притяжением Кавказских гор». За последнюю работу в 1878 г. Петербургская Академия наук избрала его своим членом-корреспондентом, а Русское географическое общество присудило ему большую золотую Константиновскую медаль. Заметим, что И. И. Стебницкий стал третьим выпускником путейского института, который был избран членом-корреспондентом высшего научного учреждения России. Стебницкий был председателем комиссии Русского географического общества по изучению распределения силы тяжести на территории России, председателем отделения математической географии.

Железнодорожной общественности известно имя инженера-предпринимателя, мецената В. Ф. Голубева, который был главным инженером при строительстве Уральской железной дороги, после чего правительственная комиссия учредила «Премия инженера Голубева» за лучшие инженерные решения на железных дорогах. Он известен также содержанием нескольких стипендиальных фондов для малоимущих талантливых учащихся училищ и вузов. Не менее известно и имя его старшего брата Голубева Александра Федоровича (1832–1866 гг.). Александр Федорович в 1845–1852 гг. обучался в ИКИПС, закончил его с отличием, в 1858 г. закончил Геодезическое отделение Николаевской академии Генерального Штаба, где в 1860–1862 гг. занимал должность профессора. Был руководителем астрономической экспедиции (1859–1862 гг.) в Среднюю Азию. Был первым европейцем, который проводил астрономические определения в районе озер Иссык-Куль и Ала-Куль. Им подготовлено и опубликовано более 10 работ, среди которых «Исследование различных способов проекций карт», «О новых картографических проекциях: сэра Джона Гершеля, полковника Джемса и академика Бабине». Закончил службу подполковником. Его фамилия выбита на медали «В память 50-летия КВТ» за особые заслуги перед Корпусом военных топографов.

Известно, что одной из основных научных задач геодезии является определение формы и размеров Земли. Сейчас это делается по наблюдениям искусственных спутников Земли, в XIX в. такие определения выполнялись путем построения на местности вдоль меридианов и параллелей сетей триангуляции. С 1816 по 1861 гг. продолжались работы по «дуге Струве» (В. Я. Струве – директор Пулковской обсерватории) Дерптского меридиана на более 25° от Старо-Некрасовки близ Измаила до Фугленеса (на о-ве Кваль-Э Ледовитого океана). Продолжателем работ Струве по градусному измерению, но дуги параллели 52° с. ш., был выпускник ИКИПС и геодезического отделения Генерального Штаба Иосиф Ипполитович Жилинский (1834–1912 гг.). Этими работами он занимался с 1860 по 1886 гг., а с 1870 г. стал руководить этими измерениями. Кроме того, он был управляющим отделом земельных улучшений Министерства земледелия и государственных имуществ, членом военно-ученого комитета. Его фамилия выбита на медали «В память 50-летия КВТ» за особые заслуги перед Корпусом военных топографов. И. И. Жилинский закончил службу генералом от инфантерии, как и выпускник ИКИПС 1815 г. Платон Иванович Рокасовский (1800–1869 гг.), который по окончании института служил офицером свиты его императорского величества по квартирмейстерской части, был исполнителем и руководителем топографических съемок Подольской и Гродненской губерний, Санкт-Петербурга, развивал сети триангуляции в Санкт-Петербургской, Новгородской, Псковской, Витебской губерниях. Был членом Государственного Совета (1854–1861 гг.), финляндским генерал-губернатором (1861–1868 гг.).

Геодезия тесно связана с фотограмметрией и картографией: их объединяет участие в создании топографической карты. В развитии этих наук также заметен след выпускников института.

Фотограмметрия – наука, изучающая форму, размеры и пространственное положение объектов по измерениям их фотографических изображений. Важнейшим событием в истории фотограмметрии является изобретение фотографии в 1839 г. Ж. Н. Ньепсом, Ж. М. Даггером и У. Тальботом. В Институте инженеров путей сообщения в 1884 г. ординарный профессор В. И. Курдюмов (1853–1904 гг.) организовал первую в России научно-исследовательскую фотолабораторию, а по инициативе ректора М. Н. Герсеванова впервые в России в начале 1885 г. в учебный процесс введены факультативные занятия по курсу фотографии. В отчете о состоянии института за 1890 г. М. Н. Герсеванов писал: «В настоящем виде учебная фотографическая лаборатория как по своему устройству, так и по богатству своего оборудования среди других подобных учреждений является первой в России, да и едва ли не первой в Европе, если не считать таких лабораторий, как Берлинская или Венская, учрежденных для специального изучения фотографии во всем ее современном объеме».

В фотолаборатории заведующий кафедрой начертательной геометрии профессор В. И. Курдюмов изучал перемещения частиц песка под действием нагрузок. Эти исследования стали едва ли не первыми в стране по использованию фотограмметрии для решения нетопографических задач. Сейчас прикладная фотограмметрия используется при изысканиях линейных сооружений, в строительстве при определении качества строительства и изучении деформаций, в архитектуре при создании планов фасадов, при съемке памятников архитектуры и во многих других областях.

Совет Императорского русского технического общества в 1888 г. постановил «признать за институтом инженеров путей сообщения Императора Александра I заслугу первого введения фотографии в высшем учебном заведении России».

Студентам, выезжающим на производственную практику, выдавали институтские фотокамеры. С 1887 г. в программы курса фотографии было введено копирование чертежей и карт. Поэтому неслучайно выпускники ИИПС являются пионерами применения фотограмметрии в России. Это были работы, связанные с железнодорожными изысканиями. Первую фототеодолитную съемку выполнил Н. О. Виллер при изысканиях для строительства Закавказской железной дороги в 1891 г., а спустя шесть лет подобные работы выполнили П. И. Щуров и Р. Ю. Тиле при изысканиях Забайкальской и Маньчжурской железных дорог. Топографический план, составленный по результатам съемки, демонстрировался на Всемирной выставке в Париже как значительное достижение русской фотограмметрии. Р. Ю. Тиле в 1897 г. возглавил фототопографические работы в Мини-

стерстве путей сообщения. Он является автором трехтомного труда «Фото-топография в современном развитии» (1908–1909 гг.), который наряду с учебником В. Ф. Найденова «Измерительная фотография и ее применение в воздухоплавании» (1907 г.) оказали большое влияние на дальнейшее развитие фотограмметрии. В.Ф. Найденов читал в институте курс «Аэропланы» на учрежденном в 1920 г. первом в России факультете воздушных сообщений, который просуществовал до 1930 г., когда на его базе был основан Ленинградский институт инженеров гражданского воздушного флота. Профессор В. А. Виноградов читал в институте курс аэрофотографии, можно предположить, что это был один из первых таких курсов в стране. Возглавлял факультет выпускник института 1901 г. профессор Н. А. Рынин (1877–1942 гг.), ученый с мировым именем, известный своими фундаментальными работами и учебными курсами по начертательной геометрии, в том числе по использованию ее для решения прикладных задач, например в аэросъемке («Проективная геометрия и применение ее в аэросъемке» (1931 г.), «Киноперспектива и ее применение в аэросъемке» (1933 г.)). В работе «Начертательная геометрия. Методы изображений» (1916 г.) он рассмотрел в том числе картографические проекции, впервые в отечественной литературе изложил теорию перспективных рельефных изображений и проецирования из нескольких центров.

3. ИСТОРИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

3.1. Земельные отношения и кадастры в древнее время

Возникновение земельных отношений и землемерных знаний приходится на начало формирования древнейших земледельческих государств. Рассмотрим, как формировались эти отношения и знания в различных государствах.

3.1.1. Земельные отношения в Древней Греции

Древняя Греция – это период в истории Греции с III тысячелетия до н. э. до римского завоевания во II в. до н. э.

Зачатки земельных отношений в Древней Греции складываются в XXII–VIII вв. до н. э. Это период разложения в греческом обществе первобытнообщинного строя и зарождение рабовладельческих отношений. В это время частная собственность на землю отсутствовала, и население состояло преимущественно из свободных земледельцев, работающих на полях родовой аристократии. Тем не менее, в этот период греки уже различали такие понятия, как «земля» и «почва», рассматривая землю как элемент космоса, а почву – как свойство обрабатываемой земли.

Возникший в дальнейшем рабовладельческий строй привел к обнищанию массы свободных общинников, и мелкие земледельцы вошли в долги вплоть до потери своих владений, оказавшись в рабстве.

Это приводило к острой борьбе между родовой знатью и демосом. В 594 г. до н. э. архонт Афин, один из семи мудрецов Древней Греции Солон (между 640–635 г. до н. э. – около 559 г. до н. э.) с помощью ряда реформ сумел восстановить общественный порядок.

Самой значительной реформой была так называемая сейсахтея (буквально – стряхивание бремени) – аннулирование прежних долгов с земельных наделов, что привело к укреплению частной собственности на землю. По этой реформе даже ранее проданные за долги в рабство афиняне были выкуплены и возвращены на родину, а долговое рабство впредь запрещалось. Прежнее деление общества по родовому принципу заменялось делением по имущественному цензу.

По-другому складывались земельные отношения в Спарте, которая в отличие от каменистой Аттики, где были расположены Афины, находилась в плодородной долине реки Эврот. В древнеспартанском государстве земледелие было основой хозяйственной жизни. Земля принадлежала государству, а каждый полноправный член спартанской общины (это было незначительное меньшинство спартанского общества), получал в пользование земельный участок с прикрепленными к нему илотами – принадлежащими

государству членами общества, фактически находящимися на положении рабов.

В период наивысшего расцвета Афин (V–IV вв. до н. э.) земельные отношения дополняются качественной оценкой земель. В частности, древнегреческий ученый Ксенофонт (не позже 444 г. до н. э. – не ранее 356 г. до н. э.) в конце V в. до н. э. в своем сочинении «Экономика» указывал, что для правильного ведения хозяйства необходимо знать, какие культуры можно сеять на данной земле, а для этой цели следует определить качество почвы путем ознакомления с посевами на соседних участках. Он дал практические советы по обработке почвы, посеву, уборке хлеба и т. п. Данный труд считается одним из первых произведений по экономике.

Развитие межевания в данную эпоху было напрямую связано с эволюцией геометрии. Именно греческие ученые привели способы землемерия в стройную систему, придав им характер теоретического знания. Сравнительно небольшое количество плодородной земли в Древней Греции требовало точных измерений земельных наделов. Это стало возможным с развитием геометрии.

3.1.2. Земельные отношения в Древнем Египте

История Древнего Египта составляет около 40 веков. Временные рамки существования Древнего Египта – примерно с середины IV тысячелетия до н. э. по IV в. н. э. уже в составе Византии.

Развитие Древнего Египта предопределили регулярные разливы Нила, достигающие наивысшего уровня осенью. Почвы нильской долины представляли собой речные наносы, гумус, богатый калием, поэтому земля была плодородной и легко обрабатывалась, а племена, населявшие Египет, рано перешли к земледелию. Площадь, пригодная для земледелия, была невелика, ее можно было увеличить только проведением оросительных каналов. Ежегодные разливы Нила приводили к необходимости восстановления земельных участков и определению их площадей.

Первые свидетельства о ведении кадастра в древнем Египте совпадают с процессами социального расслоения древнеегипетского общества, когда формируется господствующий социальный слой. Раннее создание единого государства с земельным фондом, сконцентрированным в руках фараона, к которому переходят функции управления сложной ирригационной системой, развитие крупного царско-храмового хозяйства способствовали фактическому исчезновению общины как самостоятельной единицы. Такие свидетельства относят к IV–III тысячелетиям до н. э. Можно сказать, что именно на этом этапе и появляется земельный кадастр как юридическая форма учета и оформления земель. Съёмки осуществлялись египтянами в целях установления границ разрабатываемых земельных участков.

При этом регистрировались подробные данные о земле, включая границы, площади участков и имена их владельцев.

Для построения прямых углов египетские землемеры использовали веревку или шнур, разделенный узлами на 12 частей, со связанными концами. Треугольник, построенный натяжением такого шнура с соотношением сторон 3:4:5 образовывал египетский треугольник. Известно, что Пифагор в 535 г. до н. э. посещал Египет для изучения астрономии и математики, и, вполне возможно, был знаком с египетским треугольником, что привело его к доказательству знаменитой теоремы.

Одновременно с проведением съемок выполнялась и оценка земель – как количественно, так и качественно. Данные учета использовались для определения размера налога (1/5 дохода с земли) и установления прав собственности на землю. Такой учет два раза в год проводили специальные чиновники фараонов – таксаторы. Первые сведения о кадастровых работах содержат элементы графического отображения кадастровых данных на специальных глиняных табличках.

Высокий уровень землемерных знаний древних египтян подтверждается наиболее древними из дошедших до наших дней задачками. К примеру, математический папирус Ахмеса, который был переписан около 1650 г. до н. э. писцом по имени Ахмес и обнаружен в 1858 г., включает условия и решения 84 задач, некоторые из них связаны с землеизмерением и определением площадей земельных участков. В папирусе приводятся точные формулы вычисления площади треугольника, прямоугольника, трапеции, сферы, хотя площадь произвольного четырехугольника вычислялась по приближенному правилу как произведение полусумм пар противоположных сторон. Установлено, что оригинал, с которого был переписан папирус Ахмеса, относится ко второй половине XIX в. до н. э. Отдельные исследователи предполагают, что он мог быть составлен на основании еще более древнего текста III тысячелетия до н. э.

В V в. античный философ Прокл Диадох (412–485 гг. н. э.) писал: «Согласно большинству мнений, геометрия была впервые открыта в Египте, имела свое происхождение в измерении площадей».

Попутно заметим, что писец был чиновником, состоявшем на государственной или храмовой службе. Он являлся носителем научных знаний. В одном из папирусов говорится: «Писец – он руководит всеми, и не обложена налогами работа в письме. На нее нет налогов. Заметь себе это».

В 1870 г. до н. э. фараон Сенусерт III повелел разделить всю землю на прямоугольные участки и сдавать ее в аренду. Особая комиссия устанавливала границы земель после разливов Нила. Вот что пишет про этот период древнегреческий историк Геродот (484–425 гг. до н. э.): «Этот царь, как передавали жрецы, также разделил землю между всеми жителями и дал каждому по квадратному участку равной величины. От этого царь стал

получать доходы, повелев взимать ежегодно поземельную подать. Если река отрывала у кого-нибудь часть его участка, то владелец мог прийти и объявить царю о случившемся. А царь посылал людей удостовериться в этом и измерить, насколько уменьшился участок для того, чтобы владелец уплачивал подать соразмерно величине оставшегося надела. Мне думается, что при этом-то и было изобретено землемерное искусство и затем перенесено в Элладу».

История Египта в течении I тысячелетия до н. э. – это период упадка страны и господства иностранных завоевателей, сначала эфиопов, затем ассирийцев и персов. После завоевания Египта Александром Македонским начинается процесс объединения греческой и египетской цивилизаций. В это время привилегированным слоем населения Египта стали греческие рабовладельцы. Часть рядовых граждан-греков стала землевладельцами, несшими военную службу за предоставленные им земельные наделы. Греки стали формировать в Египте те земельные отношения, которые существовали на земле их предков, в Древней Элладе. Все земли делились на две категории: царские земли и «земли в отпуску», передававшиеся частным лицам с оставлением за царем права собственности на нее. В царскую собственность были переданы даже земли храмов. Доходы царской династии с земель, получавшиеся в виде произвольно устанавливаемой арендной платы, были очень велики. Причем для крестьян-общинников аренда царских земель была обязательной. Как видим, этот период характерен привнесением нового элемента в древнекадастровые работы, а именно – введением земель в товарно-денежный оборот, в частности, появлением такого понятия, как аренда земель.

3.1.3. Римский кадастр

Возникновение Древнего Рима как рабовладельческого государства-полиса историография относит к VII в. до н. э., точнее, к 753–754 гг. до н. э.

До наступления Средневековья земельный кадастр достиг пика своего развития в Древнем Риме, представляя собой продолжение древнегреческих землеустроительных работ. Примером тесной связи кадастров двух цивилизаций может служить VII таблица важнейшего памятника римского права – Закона XII таблиц, в которой приводится прямая ссылка на законодательство Солона: «Нужно заметить, что при иске о размежевании границ необходимо соблюдать указание закона [XII таблиц], установленное как бы по примеру следующего законодательного распоряжения, которое, как говорят, было проведено в Афинах Солоном».

Первые упоминания о введении частной собственности на землю относятся к периоду правления шестого римского царя – Сервия Туллия (6 в. до н. э.). К этому времени римское общество разделилось на две группы –

патрициев и плебеев. Рост численности плебеев, концентрация в их руках ремесленного производства и торговли превратили этот класс в своеобразную этнически пеструю общину, социальное значение и сила которой возрастали. Растущее несоответствие между большой ролью, которую стал играть плебс в жизни Рима, и его бесправным положением породило борьбу плебеев за уравнивание в правах с членами ослабленной внутренними противоречиями римской родовой общины, представленной патрициями. Историческая традиция связывает закрепление победы плебеев и возникновение государства в Древнем Риме с реформами Сервия Туллия, которыми завершился первый этап этой борьбы. По сути, эти реформы положили начало римскому кадастру, получившему название Табулес Цензуалес. В этом кадастре фиксировался периметр недвижимого имущества и устанавливался налог с учетом типа почвы, ее возделываемости, качества и продуктивности. Данные съемки получали со слов собственников. Площадь земельных наделов определялась в югерах. Это мера поверхности, которую можно вспахать в день парой быков.

Октавиан Август (27 г. до н. э. – 14 г. н. э.), придавал большое значение взиманию земельного налога. За время его правления было введено точное измерение земель с определением их качества и составлением статистических описаний и карт, что позволило вдвое увеличить земельный налог деньгами и натурой.

Приемы межевания были близки к планировке военных лагерей и использовались преимущественно в колониальном межевании. По форме римское межевание делится на два вида: центуризация и стригация.

Способ центуризации, сложившийся в стройную систему при Августе, в результате стал общегосударственной системой.

Вся межуемая земля делилась на квадраты, составляющие единицу межевания, называемой центурией. Ее площадь – 200 югеров или 400 актусов (20×20 актусов). Два актуса составляли югер со сторонами 120×240 футов. Сторона центурии всегда была кратной актусу. Сторона стандартной центурии равнялась 708 м (в Северной Африке, по результатам измерений сохранившихся центурий).

Последовательность разбивочных работ при центуризации такова:

1. Выбирается центральная точка, с которой начинается межевание. Эта точка являлась центром прямоугольной системы координат в данном регионе, центром системы дорог и, по существу, центром хозяйственной жизни. Поэтому эта точка размещалась возле стен города (или в центре города) либо на пересечении главных дорог на самом высоком месте – для удобства трассирования межевых линий, в ней обычно устанавливалась грома.

2. Место, выбранное в качестве центра, выравнивается. На площадке устанавливался гномон, стела или шест, с помощью которых одним из трех

способов определялись два взаимно перпендикулярных главных направления – декуманус максимум (ДМ) и кардо максимум (КМ). Один из этих методов описан Гигином Громатиком, он заключается в следующем. Из центра площадки, где стоит гномон, проводят окружность, отмечают места пересечения тени стелы в первой и второй половине дня, соединяют эти точки прямой и делят ее пополам. Через центр прямой и центр круга проходит линия КМ, перпендикулярная ей линия – ДМ. Затем с помощью громы или другого типа землемерного креста эти две главные линии выносятся на местность – трассируются.

3. По главным осевым линиям (ДМ и КМ) откладывают отрезки равной длины (20 актусов), в которых выставляются перпендикуляры и проводятся декуманусы и кардо (их еще называли терминиями – 1-й, 2-й и т. д.), которые иногда нумеруются последовательно, начиная от ДМ или КМ.

4. От осевых линий ДМ и КМ откладывают отрезки по 20 или 10 футов (половина ширины дороги) или меньшей длины, чтобы вынести на местность дороги.

5. По всем размежеванным центуриям закладывают центурийные столбы (камни) с двойной нумерацией и принятой аббревиатурой, определяющей номер и положение центурий. Центурийные камни устанавливались на всех пересечениях дорог.

6. По главным дорогам закладывают мильные камни – миллиарии.

7. Производится съемка – нанесение всех центурий, дорог, межевых линий, топографических подробностей на план (на медную или бронзовую доску). План и карты составлялись в двух экземплярах, один из которых передавался местным властям, другой – в центральный архив, в Рим. В главном землемерном римском «Своде» – источнике информации о римском землемерии – сохранились такого рода планы и карты в миниатюрах, преимущественно обучающие модели. Настоящих металлических карт не сохранилось: слишком высоко ценилась бронза.

Способ скамнации (или стригации). Основной ячейкой (единицей) межевания являлись, в отличие от центурий, горизонтальные и вертикальные прямоугольники – стрики (с севера на юг) или скамнумы (с запада на восток).

Главные оси именовались так же, как и при центурийном способе – ДМ и КМ. Но второстепенные (параллельные декуманусу и кардо) линии называли «ригорес». Способ стригации (скамнации) использовался преимущественно в гражданском межевании, не в колониях.

Следует отметить, что у древних римлян во времена Августа начинает формироваться коллегия агрименсоров, которая в дальнейшем играла заметную роль не только в землеустройстве, но и в аграрном праве Древнего Рима. К примеру, кроме непосредственно измерений, установки граничных камней и съемочных работ они должны были высказывать свое

мнение в юридических вопросах по поводу земельной собственности и при спорах о границах, исполняли обязанности судьи. Во времена империи, когда должности агрименсора и громатика (по названию геодезического инструмента – грома) были почетны, они стали государственными чиновниками и образовали многочисленный сильный класс – основу фискального налогообложения.

Для составления земельного кадастра Римской империи проводились работы по разделению земель на участки, по определению их границ, составлению карт, установлению качества земель и нанесению на камни всей необходимой информации о данных участках. Его ведение строго регламентировалось инструкциями и указаниями на проведение кадастровых съемок и применение юридической терминологии. Эта система сведений впоследствии получила название «Римский кадастр». Именно с этого периода мы ведем историю официального кадастра, который в дальнейшем лег в основу кадастров всех европейских стран.

Падение Западной Римской империи означало окончательное крушение античных политико-правовых порядков и гибель цивилизации, представлявшей собой высшее достижение Древнего мира. На смену пришли Средние века, когда западноевропейское общество было надолго отброшено назад и вынуждено заново пройти путь развития от примитивных протогосударств к крупным и конгломеративным «варварским» королевствам, а в конечном счете – к централизованным национальным государствам.

3.2. Земельные отношения в Средние века

Средние века – исторический период, следующий после Античности и предшествующий Новому времени. Они характеризуются переходом от рабовладельческих отношений к феодальным и образованием в Европе вместо отдельных княжеств крупных государств.

3.2.1. Земельные отношения в Европе

Наибольший интерес представляют земельные отношения, сложившиеся в Византии, Каролинском государстве и Англии.

Римская империя к 395 г. окончательно разделилась на две части – восточную и западную. Восточная часть (Византийская империя) экономически и духовно значительно превосходила западную. Византия занимала крайне выгодное положение на торговом пути с Востока на Запад, что привело к развитию ремесел и торговли. Все это препятствовало образованию крупных поместий – латифундий, основанных на натуральном хозяйстве, что происходило в государствах Западной Европы. Крупные землевладения принадлежали в основном императорскому дому. Вторым по

величине землевладельцем была церковь. Крестьяне владели землями либо самостоятельно и свободно, либо в общинах.

Одним из важнейших памятников Византийского права, дошедшим до нас, является «Земледельческий закон», составленный, вероятнее всего, на рубеже VII–VIII вв.

Закон регламентировал правовые отношения в сельской общине и рассматривается как памятник общинных отношений, установившихся в аграрном строе раннефеодальной Византии. По этому закону полное право собственности на земельные участки в общинах отсутствовало, собственником земли являлась свободная соседская община. Община в целом и платила налоги государству за находящиеся в общем пользовании наделы. «Земельный закон» не разрешал продажу земель не членам общины; ее можно было обменивать и сдавать в аренду только односельчанам.

Во время правления византийского императора Константина VII Багрянородного (945–959 гг.) был создан целый ряд научных трудов – энциклопедий, разработанных на основе более древних греческих и латинских источников. Одна из этих энциклопедий – сельскохозяйственная, получившая название «Геопоника» – стала, по сути, руководством для проведения кадастровых работ на территории Византийской империи в течение всего периода ее существования. В этой энциклопедии указывалось, как оценивать качество земель по внешнему виду почвы и растений, по вкусу и даже по запаху почвы. На основании таких показателей, как плотность, цвет, влагопроницаемость, состав почв, они разделялись на наилучшие, самые лучшие, превосходные, прекрасные и плохие. В остальном кадастровые работы проводились аналогично правилам Римского кадастра.

Политическое и экономическое развитие Византии влияло на земельные отношения. В IX–X вв. имущественное расслоение в византийской деревне резко усилилось. Иногда целые деревни-общины попадали в зависимость от крупных землевладельцев. Доходы в казну сокращались, так как обедневшие свободные крестьяне были не в состоянии уплачивать налоги. В это время был принят ряд новых земельных законов – новелл. В частности, в 920-х годах восстановлено право общинников на первоочередную покупку земель своих односельчан.

К X–XI вв. в Византии завершилась имущественное расслоение населения. Абсолютное большинство крестьян составляли формально свободные налогоплательщики – парики. Парики платили налоги либо феодалу, либо императорской казне. Поборов, налогов и пошлин было много, главными были синона – натуральный земельный налог – и капникон – подворный денежный взнос, который платили даже безземельные.

В конце XIII – середине XV вв. в Византии завершилось оформление феодальных отношений. Вместо государственного налога была введена публично-правовая рента с крестьян в пользу феодала. Ее основу составлял

телос – налог с дома, с земли и с упряжки скота. Помимо телоса существовали налоги, распространяемые на всю общину, например, десятина скота и пастбищные сборы.

Византийская империя прекратила свое существование в 1453 г. после захвата турками ее столицы Константинополя.

На другом конце Европы, в Северной Галлии, в результате завоеваний одного из племен – салических франков – в 486 г. возникло Франкское государство. Это государство положило начало образованию Каролингской империи – первой в Западной Европе средневековой империи.

Наибольшего расцвета Франкское государство достигло во времена правления Карла Великого (768–814 гг.). В этот период оно было сильнейшим государством Западной Европы и занимало территорию современных Франции, Западной и Южной Германии, Северной и Средней Италии. При Карле Великом феодальные отношения стали господствующими, произошло полное закрепощение крестьянства и образование крупных землевладений.

Основным документом той эпохи, определявшим земельные отношения, был «Капитулярый о поместьях». Согласно ему, основой хозяйственной и социальной организации франкского общества была феодальная вотчина – сеньория. Земли феодальной вотчины были разделены на две части – на господские (домен) и земли крестьянских наделов. В состав поместья входили барская усадьба, мастерские вотчинных ремесленников, сад, огород, виноградники, скотный двор и птичник сеньора. К барской усадьбе добавляли мельницу и церковь, которая считалась собственностью феодала. Лесные массивы, пастбища, луга и пустоши, принадлежащие ранее свободной общине, также становились собственностью феодала.

Крестьянские наделы состояли из крестьянского двора, сада, огорода и пахотного надела. За отдельную плату крестьяне пользовались выпасами, остающимися в распоряжении вотчины или феодала. Зависимость крестьян от феодала проявлялась в виде барщины и оброка. Барщина составляла не менее трех дней в неделю, а оброк выплачивался большей частью в натуральной, но иногда и в денежной форме.

В эпоху Карла Великого впервые был введен налог на недвижимую собственность, известный как десятина. Название налога произошло от его размера как десятой части урожая и иных доходов. Налог взимался со всего населения в пользу церкви.

В 843 г. территория Каролингского государства была поделена на три части между внуками Карла Великого и тем самым было положено начало образованию трех современных европейских государств – Франции, Германии и Италии.

На севере Европы процесс феодализации королевств проходил более медленно и завершился гораздо позднее, чем в средней Европе. В частно-

сти, на Британских островах единое государство возникло только в 1066 г. в результате завоеваний герцога Нормандии Вильгельма. В конце этого года его войска захватили Лондон, и герцог провозгласил себя королем Англии под именем Вильгельма I Завоевателя.

Историю кадастра на Британских островах принято отсчитывать с момента проведения по указу Вильгельма I первой земельной переписи, свод материалов которой получил название «Книга страшного суда», или «Книга Судного дня», поскольку лица, дававшие сведения ее составителям, обязывались под угрозой наказания говорить ничего не утаивая, как на страшном суде. Сбор данных на местах осуществляли королевские чиновники, которые посещали собрания, известные как суды графств, куда входили представители церковных приходов и местные землевладельцы. Эти собрания были призваны подтверждать клятвой те сведения, которые входили в сферу переписи, а также, возможно, решать возникающие земельные споры. Сведения в «Книге Судного дня» группировали по владельцам имущества, а не по территориям, что позволило Вильгельму облагать этих владельцев налогами напрямую. Окончательный список включал имена владельцев поместья, размер пашни, речных лугов, лесов, пастбищ, относящихся к поместью, наличие рыбных садков и прочих источников доходов. Перечислялись также арендаторы и количество крестьян с оценкой их имущества.

3.2.2. Земельные отношения в России

Эпоха раннего Средневековья в Европе является эпохой зарождения будущего Российского государства и, как следствие, началом возникновения земельных и кадастровых отношений на Руси.

Первые описания земель в России появились в IX в., т. е. в эпоху Древнерусского государства (Киевской Руси). Киевская Русь возникла на торговом пути из варяг в греки на землях восточнославянских племен – ильменских словен, кривичей, полян, затем древлян, дреговичей, полочан, радимичей, северян, вятичей (рис. 3.1).

Историю Русского государства условно можно разделить на три периода:

- IX в. – середина X в. – образование раннефеодального государства, утверждение на престоле династии Рюриковичей и правление в Киеве первых князей: Олега, Игоря (912–945 гг.), Ольги (945–964 гг.), Святослава (964–972 гг.);
- вторая половина X – первая половина XI вв. – расцвет Киевской Руси, время Владимира I (980–1015 гг.) и Ярослава Мудрого (1016–1054 гг.);
- вторая половина XI – начало XII вв. – постепенный переход к феодальной раздробленности.



Рис. 3.1. Славяне и их соседи в VII–VIII вв.

Древнерусское государство было раннефеодальной монархией. Верховная власть принадлежала великому киевскому князю, который являлся верховным сувереном всей земли и самым могущественным феодалом.

Высший класс общества составляла княжеская дружина, которая делилась на высшую и низшую. Первая состояла из княжих мужей, или бояр, вторая – из детских, или отроков.

Управление государством строилось по принципу военной организации в подвластных великому князю землях и городах. Его осуществляли княжеские наместники – посадники и их ближайшие помощники – тысяцкие, возглавлявшие во время военных действий народное ополчение в XI–XII вв. через княжеский двор и многочисленную администрацию, которая ведала сбором дани и податей, судебными делами, взысканием штрафов.

В раннефеодальном обществе Киевской Руси выделялись два основных класса – крестьяне (смерды) и феодалы. Состав этих классов был неоднороден. Смерды делились на свободных общинников и зависимых. Свободные смерды имели натуральное хозяйство, платили дань князьям и боярам и одновременно являлись для феодалов источником пополнения категории зависимых людей. Зависимое население состояло из закупов, рядовичей, изгоев, пущенников и холопов. Закупам назывались те, кто попадал в зависимость, взяв купу (долг). Рядовичами становились те, кто

попадал в зависимость после заключения ряда (договора). Изгои – это обедневшие выходцы из общин, а пущенники – вольноотпущенные рабы.

Главной целью княжеской администрации являлся сбор налогов. Формой налогов в Древней Руси выступала дань, которую выплачивали подвластные племена. Это самые древние из дошедших до нас сведений о взимании сборов и податей.

Дань получалась двумя способами: либо подвластные племена привозили ее в Киев, либо князья сами ездили за нею по племенам. Первый способ сбора дани назывался повозом, второй – полюдьем.

По «Повести временных лет» хорошо известно, как княгиня Ольга отомстила древлянам не только за смерть своего мужа князя Игоря, убитого в 945 г., но и за неповиновение, за отказ платить налог. В 946 г. она установила «уроки», т. е. размеры дани, и создала погосты – крепости на пути полюдья, в которых жили княжеские администраторы, и куда свозилась дань. При уплате налога подданные получали глиняные печати с княжеским знаком, что страховало их от повторного сбора.

Византийский император Константин Багрянородный (905–959 гг.) в своем сочинении «О народах», написанном в середине X в., рисует картину полюдья современного ему русского князя: с наступлением ноября князь «со всею Русью», т. е. с дружиной, выходили из Киева в городки на полюдь в земли древлян, дреговичей, кривичей, северян и прочих славян, плативших дань Руси, и кормились там в течение всей зимы, а в апреле, когда проходил лед на Днепре, спускались к Киеву.

Другими источниками дохода для княжеской казны служили торговые, судные пошлины, для старшего князя – дары от младших, наконец, доходы с частной собственности, земель, принадлежавших князьям.

На землях, принадлежавших князьям в форме частной собственности, они могли строить города и отдавать их детям в частную же собственность. Так, Владимир Мономах (1053–1125 гг.) построил Городец Остерский на своей земле и отдал его в частную собственность младшему сыну Юрию, и тот владел им, будучи князем суздальским.

Земли, составлявшие частную собственность князей, были населены челядью, на этих землях князья устраивали себе дворы, где складывалось всякого рода добро. На путивльском дворе князя черниговского Святослава Ольговича (ум. 15 февраля 1164 г.) было 700 рабов, кладовые (скотницы), погреба (бретьяницы), в которых стояло 500 берковцев меду, 80 корчаг вина.

Наиболее ранние упоминания о межевании в древней Руси встречаются в летописях с X в. (при этом оно выполнялось без измерений на местности, а по характеристике «куда плуг и соха, коса и топор ходят»). С появлением частной собственности начинает выполняться частное межевание. Первое упоминание о частных межах приводится в «Русской

правде», изданной детьми Ярослава Мудрого (978–1054 гг.) между 1054 и 1068 г. В ней приводятся сведения о граничных знаках и межах, об определении площадей земельных участков. Второе упоминание о частных межах приводится в Уставе, так называемой пространной «Русской правде» Владимира Мономаха. Межи подразделяются на бортные, ролейные и дворовые. В Уставе определены меры взыскания за самовольное нарушение меж: «А еже борт раззнаменует, то 12 гривен продажи»; «Оже между перетнет бортную, или ролейную между разорет, или дворовую между тыном перегородит, то 12 гривен продажи»; «Оже дуб перетнет знаменный или межный, то 12 гривен продажи».

Русские князья по примеру Византии делали описания земельных владений своих подданных с целью распределения податей, повинностей и дани. Эти описания проводились, как правило, княжескими служителями (писцами). Вот запись в купчей Антония Римлянина от 1147 г. о границах участка: «А обвод той земли от реки Волхова Виткою ручьем вверх до Лющик да Лющиком ко кресту, а от креста на коровий прогон, а коровым прогоном на олху, а от олхи на еловый куст, а от елового куста верховье на Донцовое, а Донцовым вниз в Деревянницу, а Деревянница впала в Волхов, а той земли и межа».

В XII в. Киевская Русь распалась на ряд обособленных волостей (земель). Важнейшими из них были Киевская, Чернигово-Северская, Волынская и Галицкая – на юге; Полоцкая, Смоленская, Новгородская, Ростово-Суздальская, Муромо-Рязанская – на севере. Феодалная раздробленность облегчила ее завоевание татаро-монголами. Иго установилось в результате монгольского нашествия на Русь в 1237–1241 гг. в течение двух десятилетий после него, в том числе в неразоренных землях. В северо-восточной Руси иго длилось до 1480 г., в других русских землях устранилось в XIV в. по мере их поглощения Великим княжеством Литовским и Польшей.

К этому времени относятся первые писцовые описания, включающие в себя определение площадей, состава, качества, местоположения и принадлежности земельных владений. Первая татарская перепись киевских земель была проведена в 1245 г. Суздальские и рязанские земли были описаны в 1257 г., муромские и новгородские – в 1259 г. В 1273 г. русские земли переписаны повсеместно, причем описание вели татары и русские князья. Для определения размера доходов и взимания татарской дани во владениях каждого князя составляли специальные писцовые книги.

К концу татаро-монгольского ига появилась первая единица площади, связанная с мерой длины, – десятина, которая просуществовала до 1918 г. Ее первоначальный размер 50×50 сажень (около 1,17 га).

Несмотря на то, что татаро-монгольское иго отбросило назад развитие русских княжеств, ряд русских историков, в том числе Н. М. Карамзин, считали иго школой, в которой выковались московская государственность и русское самодержавие.

В процессе расширения границ московского княжества, занятия и заселения пустующих земель, господствующей формой землевладения становится вотчина (от слова – «отчина», т. е. «отцовская собственность»), которую можно было передавать по наследству, дробить, менять или продавать. Вотчинами владели князья, бояре, дружинники, монастыри и высшее духовенство. Наряду с вотчинами существовали поместья, т. е. земельная собственность с ограниченным и условным характером (временность владения, неотчуждаемость или ограниченность права отчуждения и т. п.). Земли, принадлежавшие государству («черные земли»), находились в пользовании крестьянских и посадских общин.

К этому времени относится распространение местных межевых законов Московского, Новгородского и Псковского княжеств. Так, Новгородская судная грамота, посвященная судоустройству и судопроизводству в Великом Новгороде, дошедшая до нас в редакции 1471 г., определяла порядок решения межевых дел, регламентировала права и обязанности истца и ответчика, поверенных и свидетелей, а также судебные сроки и пошлины.

В проводимых в это время описаниях земельных владений собирались сведения о количестве и качестве земель («добрые», «средние» или «худые»), земли оценивались приведением их к условным единицам поземельного налога – вытям, обжам, лукам, сохам и т. п. Различие названий объясняется исключительно территориальными особенностями. Например, на севере новгородских земель в качестве единицы обложения применялся лук, а на остальной территории Новгородчины – обжа, хотя значение у этих единиц было одно: количество рабочей силы и качество обрабатываемой земли (пашни или промыслов) для каждого отдельного хозяйства.

Основной единицей податного обложения считалась соха, она же считается и древнейшей единицей поземельного налога, так как упоминается еще с XIII в. Соха – старинная мера земли, неровная по качеству, по местности и в разные времена; от 600 до 1800 десятин, или 800 четвертей доброй земли, 1200 средней, 1800 худой, в поле; 10 сох новгородских равнялись одной сохе московской; четверть или четь (полдесятины?) делилась на выти (тягла?). Соха дворовая и обжа – также подразделения сохи; в обже было 10 четей, или 15 десятин.

Так как другие единицы обложения «привязывались» к основной единице – сохе, и сама система переписи земель для поземельного обложения получила название «сошного письма», применявшегося в течение XV–XVII вв. «Сошное письмо» предусматривало измерение земельных площадей (в городах – застроенных дворами), перевод полученных данных в условные податные единицы (сохи) и определение размеров прямых налогов.

Качественные изменения земельные отношения претерпели при Иване III (1440–1505 гг.) с введением поместной системы, основу которой составляло поместье – участок казенной (государственной) земли, данный

государем во временное (на срок службы или пожизненно) личное владение служилому человеку при условии службы и как награда, и как источник материального дохода, с которого владелец снаряжал себя для походов. Условным, личным и временным характером поместное владение отличалось от вотчины, составлявшей полную и наследственную собственность своего владельца.

Поместная система оказала большое влияние на государственный и хозяйственный уклад русского общества. Постепенно поместное владение уравнивалось с вотчинным: во-первых, владельцы вотчин стали служить на тех же основаниях и по тем же принципам, что и помещики; во-вторых, поместья постепенно стали переходить по наследству – сначала с разрешения или по распоряжению монарха, при этом наследники были обязаны нести службу, потом служба перестала быть обязательным условием наследования. В XVIII в. поместье было признано полной собственностью помещика со всеми правами распоряжения. Таким образом, поместная система способствовала развитию частного землевладения в России, превратив огромное количество казенной земли, которой были наделены помещики, в их частную собственность.

К середине XV в. относятся первые шаги государства по юридическому оформлению крепостного права. Сохранились наиболее ранние княжеские грамоты, запрещавшие уход крестьян от своих владельцев. Первый общегосударственный юридический акт, ограничивший свободу крестьянских переходов, – Судебник 1497 г. Переход разрешался раз в году – в течение одной недели до и после Юрьева дня (26 ноября, в Новгороде – на Филиппово заговенье, 14 ноября) при условии уплаты «пожилого» за пользование двором и долгов. Так было положено начало общегосударственной системы крепостного права.

Основой «сошного письма», о котором упоминалось выше, стало составление писцовых книг. Писцовые книги – это подробное описание городов, их укреплений, улиц и населения, городских земель, лавок, монастырей, сел, деревень, поместий, вотчин, а также выполняемых крестьянами повинностей. Первые писцовые книги составлялись еще в XIII в., наибольшей полнотой отличаются книги XV–XVII в. (особенно конца XV в.). Каждая писцовая книга составлялась в пределах административно-территориальной единицы, чаще всего – города с относящимся к нему уездом. Наиболее полными считаются писцовые книги Новгородских земель после их присоединения к Московскому княжеству – Деревской (1495 г.) и Водской (1500 г.) пятин. Эти же писцовые книги считаются древнейшими сохранившимися памятниками сошного письма. Писцовые книги выполняли функции земельного кадастра.

Писцовые описания на местности проводили писцовые партии, которые состояли из старшего писца – дьяка и состоявшего при нем подьячего. Местный воевода отправлял в распоряжение партии отряд стрельцов чис-

ленностью 5–15 человек. Писцами назначались представители известных княжеских или боярских фамилий. Писец должен был объехать порученный ему уезд, описать город и все селения, установить число плательщиков и количество обрабатываемой ими земли, определить прибыль или убыль возделанной земли, подлежащей обложению. Все описание города и уезда с их населением, дворами и категориями землевладений в переводе на сохи и составляло суть писцовой книги, которая на будущее время служила официальным документом для сбора податей. Писцы имели также право суда и решения земельных тяжб.

Таким образом, в древнем периоде русской истории имеют место почти все элементы полного понятия о межевании. В инвентарных и юридических актах, содержащих в себе краткое описание земель, можно угадать будущие кадастровые и межевые планы. В статьях «Русской Правды» о межах и межевом суде виден будущий свод межевых законов. Княжеский служитель, отправляемый для отвода и раздела земель, является первым землемером, а его действия – первым видом государственного землеустройства.

3.3. Развитие земельных отношений в России в XVI–XVII вв.

Дальнейшее развитие поместная система получила в годы правления Ивана Грозного (1533–1589 гг.), который указом от 20 сентября 1556 г. утвердил первый писцовый наказ, велевший разверстать «землемерием» все поместья, а излишки разделить между неимущими. Управление землями было поручено Поместной избе, ставшей затем Поместным приказом, просуществовавшим до начала XVIII в. Это был первый в истории Российского государства орган, ведающий земельно-кадастровыми работами. Писцовый наказ имел в качестве приложений землемерные начертания и исчисление площадей.

Конец XVI – начало XVII вв. – это период смутного времени, который привел к глубокому хозяйственному упадку. Во многих уездах исторического центра государства размер пашни сократился в 20 раз, а численность крестьян – в 4 раза. Земли расхищались, межевание по сути прекратилось. Вот что пишет современник о состоянии межевого дела того периода: «А сие весьма неправо деется. Писцы и переписчики и дозорщики пустоши и жилые деревки как кому слывет именно пишут <...> не то чтоб ее омерять, но и глазами не видав <...> И от того многое множество ссор и убийств чинятся».

К периоду царствования Алексея Михайловича (1629–1676 гг.) межевание существенно улучшилось, накопился определенный опыт его про-

ведения. Все межевые законы были собраны в Соборном уложении 1649 г., которое является первым печатным памятником российского права.

Уложением были определены два основных вида межевых действий:

- спорное и бесспорное межевание земель, еще не межеванных писцами;
- спорное и бесспорное восстановление межевых знаков.

Для межевания поместий, еще не межеванных писцами, указывалось «давать Государевы межевые грамоты и с писцовых книг выписи и велеть по тем выписям те их поместья и вотчинные земли межевать с окольными людьми и старожильцами, и на межах велеть ямы копать, и столбы ставить, и грани тесать. И всякие признаки чинить, чтобы впредь ни у кого ни с кем в поместных и вотчинных землях спору не было».

Здесь же говорилось и об ответственности за порчу межевых знаков, и об ответственности за неправильные действия межевателей: «Кто писцовую межу испортит и столбы вымечет или грани высечет, или ямы заровняет, или землю перепашет, а по суду и сыску про то сыщется допряма: и тех людей на спорных межах бить кнутом нещадно, вкинуть в тюрьму на неделю, а истцу на нем взять за каждую грань по пяти рублей»; «А буде кто послан межевать спорную землю и разведет не по правде, для своей корысти, и в том на него будут челобитчики и сыщется про то допряма, что он в том деле учинил неправду и ему за то воровство учинить жестокое наказание, велеть ему бить кнутом по торгам, а спорную землю велеть развести иному кому, чтобы в той земле у смежных помещиков и у вотчинников впредь спору не было».

Таким образом, с XVII в. межевание стало регулироваться социальным законодательством и приняло форму государственных мероприятий.

Соборное уложение 1649 г. ввело принцип крепостной наследственности. К концу XVII в. в крепостной зависимости находилось 90 % крестьян. Увеличивается степень их эксплуатации. Если в XV–XVI вв. наиболее распространенной была феодальная рента в виде оброка (он выплачивался в натуральном или денежном виде за пользование земельным наделом, до 40–80 % всей получаемой продукции), то в XVII в. ей на смену приходит барщина – работа на землях помещика до 3–6 дней в неделю.

Едва ли не главным вопросом, стоявшим в то время перед властью имущими, был вопрос, оставаться ли при старом посошном обложении, обновив его новыми описаниями, или отставить сошное письмо и посошную раскладку податей и перейти к подворному обложению.

Устаревшее посошное письмо уже давно перестало удовлетворять и правительство, и население. В 1678 г. была произведена вторая подворная перепись всего государства. Но подворные переписи 1646 и 1678 гг. имели в виду главным образом вопросы не обложения, а прикрепления, закрепо-

щения тяглых людей, посадских и уездных. Быстрота и успешность переписи 1678 г. и жалобы населения на старое посошное обложение вызвали сентябрьский указ 1679 г. о платеже налогов временно («впредь до валовых писцов») подворно по переписи 1678 г. Однако отказаться сразу от писцовых описаний было невозможно, так как старое сошное письмо преследовало одновременно цели обложения налогами и повинностями, а также важные задачи владения землей: измерение и межевание земель, наделение крестьян землей и угодьями, отвод поместий служилым людям и т. д. Так, введенное в 1679 г. как временная мера подворное обложение прочно вошло в быт в Московском государстве, благодаря чему навсегда было похоронено старое посошное обложение. Подворное обложение существовало до 1722 г. При этой системе прямых налогов за основу был принят тяглый двор (тягло – денежная и натуральная повинность крестьян и посадских людей, соответственно, «тяглый двор» – двор, несущий тягло).

В 1680 г. был издан Писцовый наказ для проведения валового межевания, т. е. для межевания всей земли сплошь, «чтоб неописанных и немерных и прописных земель и угодий не было».

В 1681 г. объявлено о всеобщем межевании, для чего были изданы указы, в которых в том числе устанавливались размеры «кормовых» денег писцам, которые взимались с владельцев межуемых земель, приводились виды наказаний за неправильное межевание.

В апреле 1684 г. был подготовлен еще один наказ валовым писцам, но в силу разных причин описания выполнялись периодически и так и не были завершены.

В середине XVII в. была написана первая русская геометрии, вернее, геодезия: «Книга, именуемая геометрия, или землемерие радикасом и циркулем, глубокомудрая, дающая легкий способ измерять места самые недоступные, плоскости, дебри». С использованием указанных документов была составлена подробная карта Московского государства («Большой Чертеж») и «Книга Большому Чертежу». Как показывает опись архивов Ивана Грозного, власти того периода имели значительный картографический материал: перечень карт из 248 наименований.

Таким образом, к концу XVII в. полностью сформировалось феодальное землевладение и завершился процесс закрепощения крестьян.

С 1690-х годов начинается новая эпоха, связанная с преобразованиями Петра I, затронувшими все стороны жизни российского общества, в том числе земельные отношения.

3.4. Земельные отношения в XVIII–XIX вв.

3.4.1. Земельные отношения в Европе

Рассмотрим земельные отношения через сравнительную оценку земельных кадастров стран Европы. Земельные кадастры разного времени принято делить по трем видам: по имениям, угодьям и по отдельным участкам (парцеллам).

В Средние Века до начала XVIII в. содержание кадастровых съемок и основные принципы ведения земельного кадастра практически не изменялись: съемка проводилась с помощью приборов для линейных измерений (веревки и жезла), геометрические знания и вычисления использовались недостаточно.

Положение коренным образом изменилось в 1718 г., когда Джованни Джакомо Мариони (Миланское государство, которое входило в состав Австрии) на основе римского кадастра и геодезических методов триангуляции и полигонометрии определения границ участков разработал первый научно обоснованный кадастр. Его особенностью было отображение кадастровых сведений (парцелл отдельных общинных владений, типов грунта, чистой прибыли) на ситуационных планах, составленных по мензульной съемке. Впоследствии этот кадастр получил название миланского.

В 1740 г. на престол Австрийской империи взошла Мария Терезия, дочь Карла VI. Для создания просвещенного абсолютизма она провела ряд реформ, в том числе – земельных отношений. Мария Терезия организовала первую в истории страны перепись населения и земельных владений и отменила налоговые привилегии дворян и духовенства. С 1 января 1760 г. миланский кадастр был принят в качестве правовой основы земельной реформы на всей территории империи, включающей государства и земли австрийские, венгерские, чешские, бельгийские, итальянские.

В дальнейшем по подобию миланского кадастра были разработаны в XIX в. кадастры Франции и зависимых от Франции государств – Бельгии, Швейцарии.

Так, став в конце 1799 г. первым консулом Французской республики, Наполеон Бонапарт (1761–1821 гг.) сохранил все, что было выгодно промышленникам и зажиточному крестьянству, в том числе в области земельных отношений. В 1800 г. в отдельных муниципальных округах были проведены подробные кадастровые съемки. В 1801 г. Наполеон создал комиссию для изучения справедливого распределения налога на недвижимое имущество во Франции. По величине налога в этих муниципальных округах рассчитывалась величина налога для других округов.

3.4.2. Земельные преобразования Петра I

Социальная политика Петра I носила придворный и крепостнический характер. Указ 1714 г. «О единонаследии и недвижимых имуществах» устанавливал одинаковый порядок наследования недвижимых имений без различия поместий и вотчин. Слиянием двух форм феодального землевладения завершился процесс консолидации феодалов в единый класс – сословие дворян, укрепилось его господствующее положение. Такие изменения были обусловлены реорганизацией российской армии из феодальной в регулярную (содержащуюся за счет государства). Помещики получили право полного неограниченного распоряжения землей и при этом не были обязаны, как ранее, служить за нее на государственных должностях и содержать поместную армию.



Петр I (1682–1725 гг.)

Чтобы вынудить дворян думать о службе как о главном источнике благосостояния, был введен майорат, т. е. запрет на продажу и заклад земельных владений, в том числе родовых.

При Петре I был изменен порядок взимания земельного налога. Северная война со Швецией поглощала 90 % государственных расходов, многочисленные повинности несли крестьяне и горожане. В 1718–1724 гг. была проведена подушная перепись мужского населения. Помещикам и монастырям велено было подать «сказки» (сведения) о своих крестьянах. Правительство поручило гвардейским офицерам провести ревизию поданных ведомостей. С тех пор переписи стали называться ревизиями, а единицей налогообложения вместо крестьянского двора становилась «душа». Все мужское население должно было платить подушную подать. Подушные переписи резко увеличили число крепостного населения, так как закрепляли «гулящих людей» за помещиками, на землях которых их застава-

ли во время переписи. Возросло поступление налогов в казну. Подушная подать взималась в денежной форме, ею облагалось все мужское население России, кроме дворян, духовенства и лиц, находящихся на государственной службе. Забегая вперед, скажем, что в 1775 г. от подушной подати было освобождено купечество (для него введен специальный налог с капитала), а в 1863 г. – мещанство, с этого момента подушная подать стала исключительно крестьянским налогом. Как система налогообложения, подушная подать просуществовала до 1887 г. (в Сибири – до 1899 г.).

Все это ускорило ликвидацию при Петре I поместной писцовой системы межевания. Был ликвидирован Поместный приказ, на его базе в 1721 г. создана Вотчинная коллегия (всего Петр I создал 12 коллегий – предшественников будущих министерств). Вотчинная коллегия рассматривала земельные тяжбы, сделки на куплю-продажу земли и крестьян, производство межеваний по указанию Сената и др.

Петр ясно сознавал необходимость просвещения. В 1701 г. в Москве была открыта школа математических и навигацких наук. В 1715 г. на базе старших классов этой школы в Санкт-Петербурге учреждена Морская академия с особым классом подготовки геодезистов на 30 учеников.

Первый выпуск геодезистов состоялся в 1719 г. В это время царь поручил капитан-поручику артиллерии В. Н. Татищеву, историку и географу, возглавить работу по «землемерию всего государства и сочинению обстоятельной географии с ландкартами». 9 декабря 1720 г. именным указом Петра I в губернии для сочинения ландкарт посланы геодезисты, «которые в Санкт-Петербургской академии геодезию и географию обучили» [2]. Позже, отдавая должное вкладу Петра I в развитие отечественной геодезии, всех выпускников геодезического класса стали называть петровскими геодезистами.

Геодезисты в работе руководствовались инструкцией «Пункты, каким образом сочинять ландкарты», составленной, как полагают, с участием царя. В ней, в частности, предписывалось: «В каждом городе брать по квадранту широту места и от того города идти одною дорогой через разные румбы до межи того уезда и мерять и записывать... И на уездной меже брать широту... По другим дорогам описывать деревни и по скаскам обывателей <...> с трех или четырех мест, а где будут деревни в виду те описывать и сочинять ландкарту с двух стояний, как о том вам в геодезическом учении показано<...> В ландкартах писать градусы по широте, которые будут усмотрены по квадранту, а долготе от Канарских островов, как в старых ландкартах и в каталогах написано и от экватора к полюсу по долготе градусы убавлять по препорции<...> В ландкартах же писать каждый город и каждые села и деревни и реки откудова которая вытекла и в которую реку впала, а также и озера и из них реки и леса и поля как ландкарты сочиняются».

Приведенный фрагмент дает представление о методах съемки 1720-х годов, которые выполнялись не только на основе записей сказок обывателей, но и с использованием геодезических приборов (квадрант – для определения широты места астрономическим способом, угломер или «феодолит» (теодолит) – для измерения горизонтальных углов, астролябия – для определения румбов (магнитных азимутов) направлений, веревка – для измерения расстояний). Работы закончились к середине XVIII в. и дали первый в истории государства печатный атлас земель России из 20 карт.

Как видим, при Петре I значительное внимание уделялось количественному учету земель. Прекращение кадастровых описаний земель с целью их налогообложения привело к путанице в земельных отношениях и возникновению новых земельных споров.

3.4.3. Генеральное межевание

К середине XVIII в. земельные отношения были расстроены, многие вновь появившиеся владения оставались без утвержденных границ, так как после последнего валового межевания 1684 г. прошло 65 лет. Снова встал вопрос о проведении валового межевания. Оно было начато в 1754 г. на основании Манифеста о межевании земель императрицы Елизаветы Петровны (1709–1761 гг.), основано на писцовом наказе 1684 г. и помимо учета земель преследовало цель изъять не соответствующие документам земли. Такой подход привел к спорам соседствующих владельцев даже при отсутствии взаимных претензий до начала межевания и отрицательному отношению землевладельцев к самой идее генерального межевания, что предопределило его неудачный исход.

В правление императрицы Екатерины II (1762–1796 гг.) было проведено межевание всех имперских земель на принципиально новых основаниях, и ситуация изменилась коренным образом.

Указом от 20 февраля 1765 г. организована особая Комиссия о государственном межевании. В нем говорилось: «Межевание к государственному и народному спокойствию весьма нужно для пресечения беспрестанных между владельцами споров, тяжб, драк, смертных убийств, а через то и умножающихся в присутственных местах затруднительных дел». 19 сентября 1765 г. издан манифест «О генеральном межевании», затем – «Генеральные правила, данные межевой комиссии для сочинения по оным межевой инструкции». «Генеральные правила» формулировали основные принципы генерального межевания, его цели и задачи. Генеральное межевание не пересматривало права владельцев земель, а только размежевывало населенные и ненаселенные земли: «В Государственное земель размежевание, которое предпринимается для единственного всех владельцев собственного спокойствия и развода по настоящим границам их владения, отнюдь не вмещать ни ревизии, ни ре-

дукции, но единственно только межевать, и класть на планы земли каждого владения».



Императрица Екатерина II (1729–1796 гг.)

Земля приписывалась не к владельцу, а к городам и селам. Каждый землевладелец был обязан обвести все свои владения общей межей («каждое селение порознь, или всякое владение общей обводною межею, как-то владельцы сами, и по сколько к которому селению земли из собственного владения межевать пожелают»). Однако если на каком-то землевладении межевание было выполнено и оформлено до начала генерального межевания и «владельцам на них планы даны, а иным хотя планы еще не даны, но отмежеваны, и межи поделаны, и ямы покопаны и столбы поставлены, по которым владение теперь уже имеют», спорные вопросы не возникали, челобитные не поступали, то результаты ранее выполненного межевания признавались законными и не пересматривались, т. е. при отсутствии споров с соседями земли закреплялись за их фактическими владельцами.

Генеральное межевание предусматривало обязательное изготовление топографических планов каждого землевладения («Снимать и класть на планы каждую земляную дачу <...> по собственному всякаго владельца границе владения своего отводу»).

На основе «Генеральных правил» были разработаны «Инструкции землемерам» от 13 февраля 1766 г. и «Инструкции Межевым Губернским Канцеляриям и Провинциальным Межевым Конторам» от 25 мая 1766 г.

Для организации межевания земель и руководства им в Московской губернии, с которой начался процесс, была создана губернская межевая канцелярия, которая в 1777 г. преобразована в межевую канцелярию.

Деятельность межевой канцелярии определялась указами Межевой экспедиции (затем – Межевого департамента) Сената, а также межевым законодательством. Структура межевой канцелярии включала присутствие, канцелярию, чертежную, писцовый и чертежный архивы. Среди ее функций следует отметить организацию и ликвидацию местных межевых учреждений, надзор за их деятельностью, комплектование личного состава; формирование землемерных партий для полевых работ, организацию снабжения землемерных партий инвентарем и припасами; переписку с местными властями об обеспечении помещениями землемерных партий и вновь образуемых межевых учреждений; контроль за проведением летних работ и своевременным поступлением межевых документов, их сверку и составление итоговых документов межевания, планов и межевых книг; составление карт и атласов обмежеванных земель; производство апелляционных дел по действиям местных межевых учреждений; следствие о казенных землях, показанных при межевании частных владений; утверждение решений местных межевых учреждений по спорам, возникавшим между владельцами соседних имений.

В чертежной состояли 10 старших землемеров (в том числе ее директор), младшие землемеры и помощники – всего около 70 человек.

«Инструкция землемерам» предписывала каждое межевание выполнять двумя землемерами – старшим и младшим. При этом старшему землемеру поручалось устанавливать внешнюю границу землевладения, а младшему – снимать внутреннюю и составлять специальный план отдельного землевладения в масштабе 1 англ. дюйм = 100 сажням. Если межа землевладения была установлена ранее произведенным писцовым межеванием, но съемка внутренней ситуации отсутствовала, то землемеры выполняли только съемку землевладения, а межа оставалась неизменной. Впоследствии по специальным планам отдельных земельных дач (рис. 3.2) в масштабе 1 дюйм = 1 версте (около 1 : 42 000) готовились генеральные уездные планы (рис. 3.3), а на их основании – губернские атласы.

Генеральное межевание было всеимперским и обязательным для землевладельцев. Оно выполнялось по дачам как географическим единицам (например, город К и его земля; село В и принадлежащие к нему земли; земля, называемая пустошью С), в которые могли войти любые земли: помещичьи, церковные, государственные. Большое землевладение могло составлять одну дачу. Границы дач проходили по естественным границам – рекам, балкам, дорогам.

Генеральное межевание сопровождалось изучением хозяйственного состояния страны. Все подлинные топографические планы вместе с межевыми книгами содержали сведения полевых журналов и экономические примечания к ним, сведения о формах податей и налогообложения (барщина, оброк и т. п.), экономико-географические данные о качестве земель и лесов, о промыслах и промышленных предприятиях, о памятных местах (курганах, пещерах и т. п.).

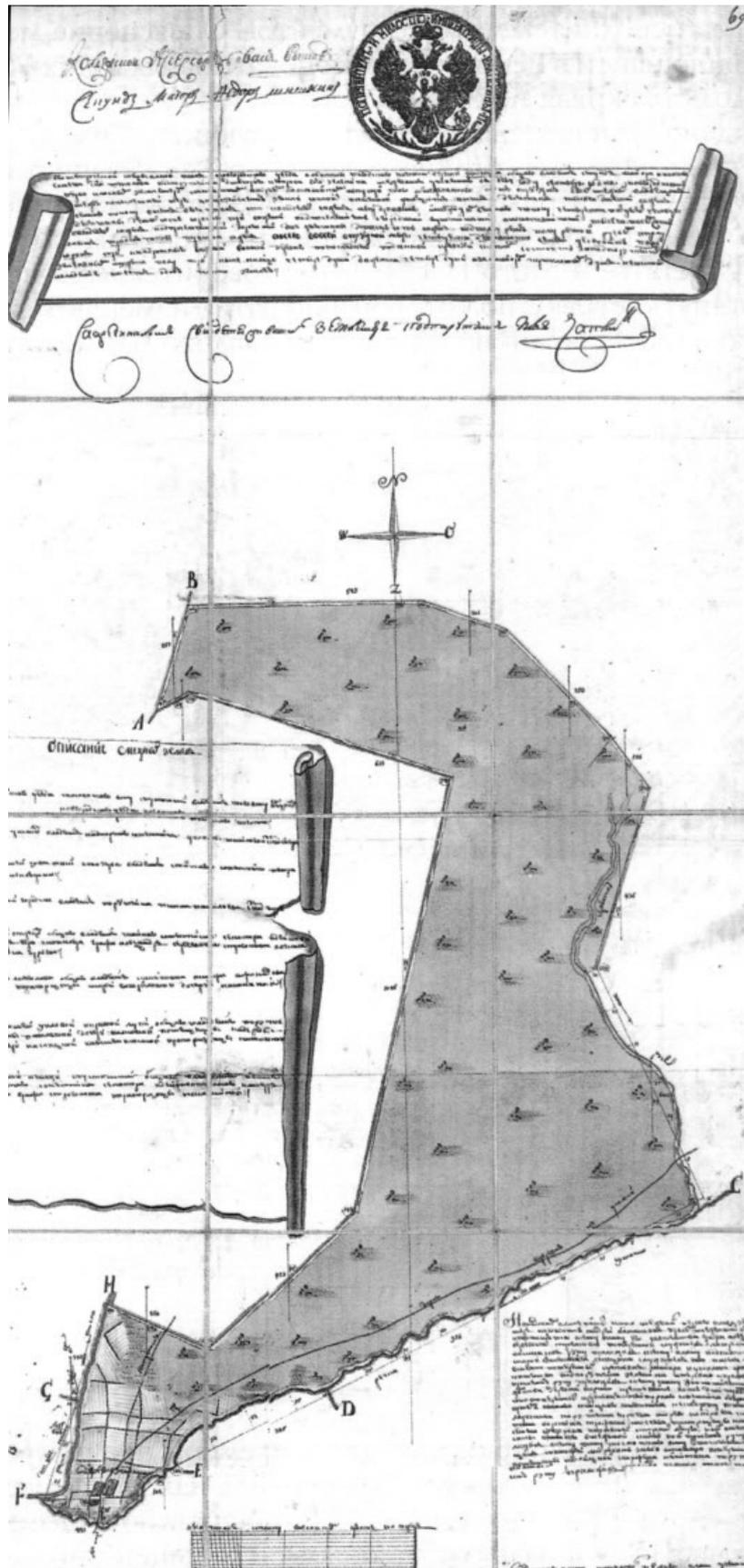


Рис. 3.2. Пример межевого плана землевладения

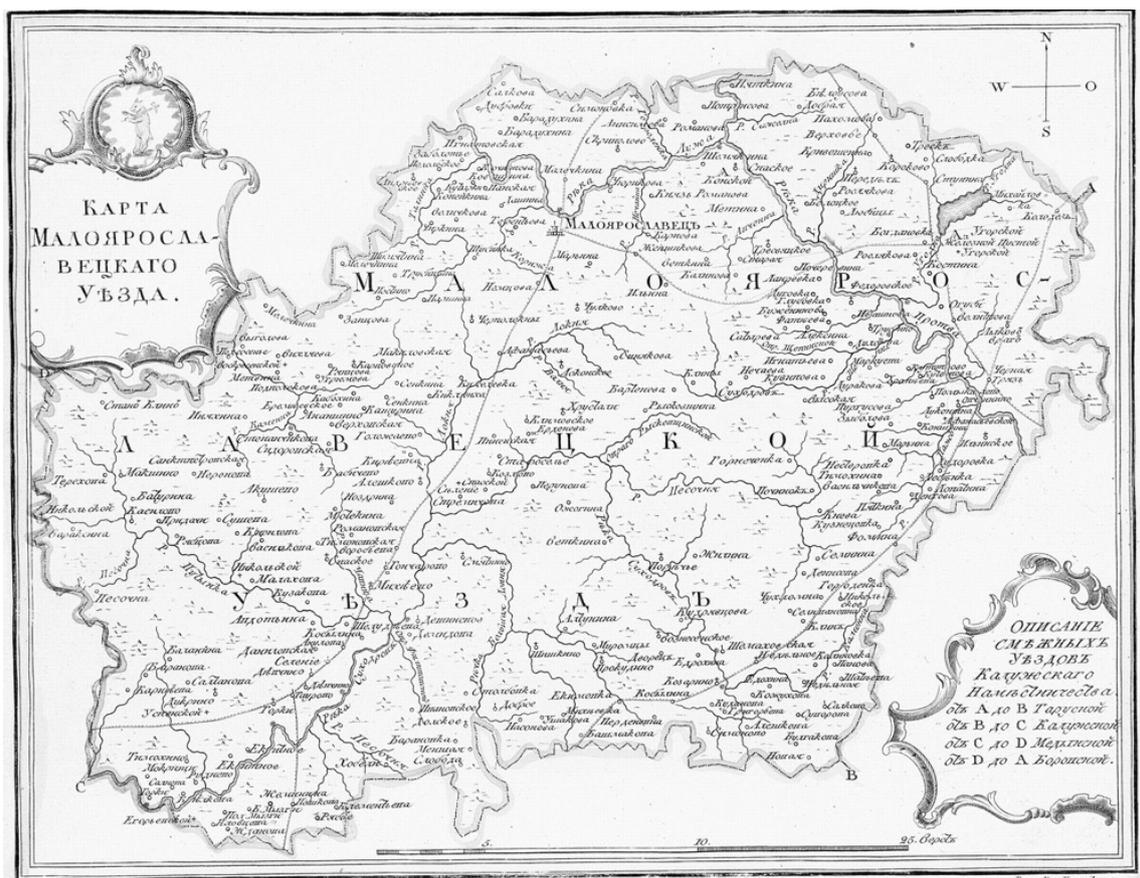


Рис. 3.3. Карта Малоярославецкого уезда

В период 1766–1861 гг. генеральное межевание было проведено в 35 губерниях Российской империи. Общее число генерально обмежеванных дач составило 178 295 суммарной площадью 275 378 747 десятин земли. Только за 30 лет при Екатерине II было затрачено 5 млн 400 тыс. руб. – около 4 коп. на каждую десятину, или 31,5 руб. на каждую дачу. Из этой суммы 2,9 млн руб. отнесены на счет казны, а остальные 2,5 млн. руб. взяты пошлинами с владельцев «за приложение печатей к их планам».

Дополнительно на основе генерального межевания внутри дач для разрешения земельных споров проводились специальные межевания земель.

Для подготовки специальных землемерных кадров в 1779 г. в Москве при Межевой канцелярии была основана землемерная школа (с 1819 г. – Константиновское землемерное училище, с 1835 г. – Константиновский Межевой институт). Позднее на базе этого института были образованы Московский государственный университет геодезии и картографии и Государственный университет по землеустройству.

Генеральное и специальные межевания стали существенной частью прогрессивных реформ в России.

3.4.4. Крестьянская реформа 1861 г. и ее итоги

К середине XIX в. развал крепостнического уклада жизни Российской империи стал неизбежен. Это обуславливалось рядом причин:

- социально-экономической и военно-технической отсталостью России в сравнении с Западной Европой;
- снижением эффективности крепостнического труда. В регионах с преобладанием барщинной формы эксплуатации крестьян средняя урожайность зерновых культур к середине XIX в. составляла 75–80 % по отношению к показателям начала века;
- осознанием помещиками преимуществ вольнонаемного труда перед крепостным: крепостной труд был почти в два раза дороже, чем труд наемного работника;
- потребностью в денежных средствах для приобретения сельскохозяйственной техники;
- участием и поражением России в Крымской войне 1853–1856 гг., вызвавшими нарастание крестьянских выступлений, в первую очередь из-за роста налогов и увеличения рекрутских наборов. Так, если за 10 лет с 1845 по 1854 гг. произошло 348 выступлений, то за последующие 6 лет (1855–1860 гг.) – 474.

Согласно переписи населения 1857–1859 гг., в крепостной зависимости находилось 23,1 млн человек (обоих полов) из 62,5 млн, населявших Российскую империю

В своей речи московскому дворянству 30 марта 1856 г. Александр II (1818–1881 гг.) сказал: «Лучше отменить крепостное право сверху, нежели дожидаться того времени, когда оно само собой начнет отменяться снизу».



Император Александр II (1818–1881 гг.)

Подготовка к отмене крепостного права осуществлялась в несколько этапов: 3 января 1857 г. образован Секретный комитет «для обсуждения мер по устройству быта помещичьих крестьян», в феврале 1858 г. переименованный в Главный комитет по крестьянскому делу. 20 ноября 1857 г. Александр II издал рескрипт о создании губернских дворянских комитетов для обсуждения проектов освобождения крестьян. В марте 1859 г. учреждена Редакционная комиссия, председателем которой назначен генерал Я. И. Ростовцев. Главная задача комиссии состояла в том, чтобы рассмотреть все материалы, поступившие из губерний, и на их основе составить общий проект закона об освобождении крестьян.

Основные положения реформы 1861 г. были закреплены Манифестом «О крестьянской реформе» и «Положением о крестьянах, вышедших из крепостной зависимости»:

- навсегда отменялось крепостное право;
- крестьяне получили личную свободу, наделялись имущественными и гражданскими правами;
- сохранялось неравноправие крестьян (сословное деление, рекрутская повинность, подушная подать);
- земля оставалась в собственности помещиков;
- крестьяне наделялись землей на определенных условиях:
 - получали наделы, которыми пользовались до реформы;
 - размер надела определялся соглашением помещика с крестьянами и записывался в уставных грамотах мировыми посредниками;
 - устанавливались максимальный и минимальный размер надела для разных местностей России;
 - помещик мог отрезать от крестьянского надела участки земли, если они превышали максимальный размер;
- проводилось устройство сельских обществ, которые устанавливали между собой порядок общественного управления;
- крестьяне, вышедшие из крепостной зависимости, обязаны были нести повинности:
 - земские (денежные и натуральные);
 - мирские (денежные и натуральные) для крестьянского самоуправления;
 - сбор на обеспечение общества продовольствием;
- определены землеустроительные действия:
 - установление размеров земельных наделов;
 - установление вида повинности с земельного надела;
 - установление размера выкупных платежей;
 - отвод земельных наделов в натуре;
- переселение крестьян центральных усадеб на Северный Кавказ, в Поволжье, Сибирь и в другие регионы страны.

В рамках реформы с начала 1770-х годов началось составление Земского земельного кадастра. Большой вклад в земельно-оценочные работы внес основатель русской школы почвоведения и географии почв В. В. Докучаев (1846–1903 гг.). Он предложил методику оценки качества почвы по ее природным свойствам с учетом урожайности.

В результате проведения реформ от крепостной зависимости было освобождено 23 млн помещичьих крестьян. В среднем по России крестьяне получили по 3,3 десятины на мужчину. У крестьян отрезали до 20 % земель, бывших в их пользовании до реформы. Рыночная стоимость крестьянской земли составляла 544 млн руб., выкуп же за нее установили в 867 млн руб., а с учетом выкупных платежей сумма, которую уплатили крестьяне, составила 1 млрд 570 млн руб.

Таким образом, отмена крепостного права положила начало коренным изменениям в положении крестьянства. Началось развитие капитализма, в процессе которого крестьянство из сословия феодального общества превращалось в сословие капиталистического общества.

3.4.5. Столыпинская аграрная реформа

Рассмотрим экономическое положение в аграрном секторе в России в конце XIX – начале XX в. Прежде всего отметим, что сельское хозяйство являлось основной отраслью экономики России. Но его доля в экономике страны постоянно падала. Если в 1880-х годах на долю сельского хозяйства приходилось 57 % чистого национального продукта, то уже к 1913 г. она составляла 51 %. При этом в сельском хозяйстве было занято около 74 % работающих, что свидетельствовало о низкой производительности труда. Российское сельское хозяйство центральных регионов отличалось низкой урожайностью. Средняя урожайность основных зерновых культур в России составляла 8,3 центнеров с га, в то время как в Германии этот показатель составлял 23,6, в Великобритании – 22,4, в США – 10,2.

После отмены крепостного права в 1861 г. в России наметились проблемы неустроенности земли, прежде всего, малоземелье. Это было обусловлено тем, что земельные наделы, полученные бывшими крепостными крестьянами, были недостаточными. В среднем по России вышедшие на волю крестьяне получили по 4,7 десятины земли на душу. В дальнейшем среднедушевой надел из-за прироста сельского населения постоянно уменьшался: с 4,7 десятин в 1861 г. до 3,5 в 1880 г. и 2,6 – в 1890 г. К 1905 г. 2/3 дворов были малоземельными.

Развитие товарного хозяйства привело к расслоению крестьянства на кулаков, середняков, бедняков.

Главным тормозом развития капиталистических отношений в сельском хозяйстве было общественное землепользование, которое обладало существенными недостатками:

- коллективное землепользование мешало крестьянам по-хозяйски пользоваться землей;
- община не признавала гражданских прав личности;
- в общине существовал принудительный севооборот (чередование культур по годам), что лишало трудолюбивых крестьян возможности вести хозяйство по своему усмотрению;
- община стремилась к наделению каждого двора равнокачественными земельными наделами, что приводило к чересполосице (разделению надела на несколько мелких полос), раздробленности участков (надел состоял из нескольких участков в разных частях земельного фонда), дальнотемелью (удаленности угодья от места жительства).

Отмеченные проблемы нельзя было решить единичными мероприятиями. Требовались реформы, целью которых было бы укрепление, развитие и ускорение тенденций капиталистического развития деревни. Такую реформу предложил премьер-министр П. А. Столыпин (1862–1911 гг.). Она началась 9 ноября 1906 г. с выхода указа «О дополнении некоторых постановлений действующего закона, касающихся крестьянского землевладения и землепользования», провозглашающего право на закрепление в собственности крестьян их наделных земель.

О сути реформ П. А. Столыпин сказал в речи в Государственной Думе 10 мая 1907 г.: «Цель у правительства вполне определена: правительство желает поднять крестьянское землевладение, оно желает видеть крестьянина богатым, достаточным, так как где достаток, там, конечно, и просвещение, там и настоящая свобода. Но для этого необходимо дать возможность способному, трудолюбивому крестьянину <...> освободиться от тех тисков, от тех теперешних условий жизни, в которых он в настоящее время находится. Надо дать ему возможность укрепить за собой плоды трудов своих и представить их в неотъемлемую собственность. Пусть собственность эта будет общая там, где община еще не отжила, пусть она будет подворная там, где община уже не жизненна, но пусть она будет крепкая, пусть будет наследственная. Такому собственнику-хозяину правительство обязано помочь советом, помочь <...> деньгами».



П. А. Столыпин
(1862–1911 гг.)

Направления аграрной реформы были связаны между собой:

- расширение права собственности крестьян на землю, состоявшее, прежде всего, в замене коллективной и ограниченной собственности на землю сельских обществ полноценной частной собственностью отдельных крестьян-домохозяев. Крестьяне могли теперь выделить землю, находившуюся в фактическом пользовании, из общины, не считаясь с ее волей. В 1907–1915 гг. о выделении из общины заявило 25 % домохозяев;

- повышение эффективности крестьянского сельского хозяйства. Правительственные мероприятия состояли, прежде всего, в поощрении выделения крестьянам-собственникам участков «к одному месту» (отруб – земельный участок без всяких построек, хутор – отдельный участок с жилыми и хозяйственными постройками), что требовало проведения силами государства сложных дорогостоящих землеустроительных работ;

- поощрение покупки частновладельческих (прежде всего, помещичьих) земель крестьянами через операции Крестьянского поземельного банка. Банк не только покупал земли с последующей перепродажей их крестьянам на льготных условиях, но и выполнял посреднические операции по увеличению крестьянского землепользования. Он увеличил кредит крестьянам и значительно удешевил его, причем банк по своим обязательствам платил больший процент, чем платили ему крестьяне. Разница в платеже покрывалась за счет субсидий из бюджета. В итоге если до 1906 г. основную массу покупателей земли составляли крестьянские коллективы, то к 1913 г. 79,7 % покупателей были единоличными крестьянами;

- поощрение наращивания оборотных средств крестьянских хозяйств через кредитование во всех формах: банковское кредитование под залог земель, ссуды членам кооперативов и товариществ. Ссуды крестьянского банка не могли полностью удовлетворить спрос крестьянина на денежный товар, поэтому значительно распространилась кредитная кооперация. На первом этапе преобладали административные формы регулирования отношений мелкого кредита. Создавая квалифицированные кадры инспекторов мелкого кредита, и ассигнуя значительные кредиты через государственные банки на первоначальные займы кредитным товариществам и на последующие займы, правительство стимулировало кооперативное движение. На втором этапе сельские кредитные товарищества, накапливая собственный капитал, развивались самостоятельно. В результате была создана широкая сеть институтов мелкого крестьянского кредита, ссудосберегательных банков и кредитных товариществ, обслуживавших денежный оборот крестьянских хозяйств. К 1 января 1914 г. количество таких учреждений превысило 13 тысяч;

- расширение прямого субсидирования мероприятий «агрономической помощи»: агрономическое консультирование, просветительные мероприятия, содержание опытных и образцовых хозяйств, торговля современным оборудованием и удобрениями;

- поддержка кооперативов и товариществ крестьян. Если к 1914 г. количество кооперативов в России составляло около 33 тыс., то в 1916 г. – 47 тыс., а в 1918 г. – 50–53 тыс.;

- переселение безземельных и малоземельных крестьян из центра на окраины (Сибирь, Кавказ, Средняя Азия, Дальний Восток). По указу 10 марта 1906 г. право переселения крестьян было предоставлено всем желающим без ограничений. Правительство ассигновало немалые средства на расходы по устройству переселенцев на новых местах, на их медицинское обслуживание и общественные нужды, на прокладку дорог. В 1906–1913 гг. за Урал переселилось 2792,8 тыс. человек.

Реформа была прекращена постановлением Временного правительства 28 июня (11 июля) 1917 г.

Главным ее итогом было то, что в земельные отношения проникли рыночные принципы. Она дала резкий толчок развитию другим отраслям промышленности Российской империи. К 1 мая 1915 г. были закончены землеустроительные работы, охватившие 2 485 771 крестьянский двор, в том числе 1 259 020 единоличных. Существенно повысился жизненный уровень крестьянского сословия.

3.5. Развитие земельных отношений в России с 1917 г. до наших дней

3.5.1. Земельные отношения с 1917 до 1990 гг.

Октябрьская революция 1917 г. является одним из крупнейших политических событий XX в. Она открыла новый этап развития земельных отношений в России. Одним из первых декретов Советской власти, принятым на Втором всероссийском съезде Советов 26 октября (8 ноября по новому стилю) является Декрет о земле, который явился основой земельных преобразований 1917 г.

Основное содержание декрета сводилось к следующему:

- в основу земельного строя положен принцип национализации земли, передачи ее в собственность государству. Была отменена частная собственность на землю без вознаграждения крупных собственников. Правда, в самом Декрете термина «национализация земли» нет. Декрет установил, что помещичья собственность на землю отменяется немедленно без всякого выкупа, все земли обращаются во всенародное достояние и переходят в пользование всех трудящихся;

- провозглашалось многообразие форм землепользования – государственных предприятий, товариществ, артелей и трудящихся крестьян. Впоследствии одни формы (например, хуторское, общинное, единоличное зем-

лепользование) были отменены, а другие укрепились и стали преобладающими и основными;

- Декрет о земле ввел принцип трудового землепользования, определил принципы и формы владения и пользования землей. Земельные участки с высококультурными хозяйствами превращались в государственные хозяйства. Основная масса земель передавалась на основе уравнительного землепользования крестьянам по трудовым или потребительско-трудовым нормам и подвергалась периодическим переделам. Правом пользования землей наделялись все граждане России, желающие обрабатывать ее своим трудом вместе с семьей или в товариществе. Наемный труд не допускался.

Основные принципы и положения Декрета о земле были развиты и более детально сформулированы в Декрете о социализации земли, утвержденном 9 февраля 1918 г. ВЦИК (Всероссийским центральным исполнительным комитетом). Этот декрет является вторым по значению земельным нормативно-правовым актом, который заложил основы социалистических преобразований в сельском хозяйстве. Он установил потребительскую и трудовую норму, которая нужна была для уравнительного распределения земли. Задача распределения возникла к началу 1918 г. по завершению конфискации земель.

В 1919 г. ВЦИК принял постановление «О социалистическом землеустройстве и о мерах перехода к социалистическому земледелию». В нем обосновывалась необходимость перехода от единоличных форм землепользования к землепользованию совхозов, сельскохозяйственных коммун, артелей, товариществ по общественной обработке земли. Постановление предусматривало преимущества и создание благоприятных условий для развития коллективных форм землепользования, содержало требования рационального использования сельскохозяйственных земель, охраны земли от истощения, строительства оросительных и осушительных сооружений, насаждения защитных лесов, укрепления песков и т. д. Постановление впервые ввело понятие единого государственного земельного фонда, который находится в непосредственном заведовании и распоряжении соответствующих органов государственной власти и управления. Хотя составные части единого государственного земельного фонда не перечислялись, упоминались такие категории земель, как земли сельскохозяйственного назначения, земли, занятые промышленными предприятиями, транспортом, курортами, городские и поселковые земли. Постановление определило цели и задачи землеустройства, круг землеустроительных действий, очередность и порядок составления и исполнения государственных записей и учета землепользования. Из потребностей землеустройства определялась задача оценки земель. Функции учета и оценки земель возлагались на земельные отделы местных Советов.

В 1920 г. учет земель был проведен на площади 2,2 млн га, отвод земли волостям – более чем 6,2 млн га. Документом на право пользования землей была землеотводная запись.

В 1920-х годах проводилось «межселенное и внутриселенное землеустройство». Ежегодно землеустроительные учреждения выполняли съемки на площадях более 20 млн га. С 1924 г. Московский земельный отдел стал применять мензульный способ съемки, который до 1917 г. применялся только на Кавказе, в Полтавской и Черниговской губерниях. В 1927 г. началось применение аэрофотосъемки в землеустройстве, фотопланы использовались для составления землеустроительных проектов и перенесения их в натуру.

В 1922 г. принят первый земельный кодекс РСФСР, основной задачей которого было урегулирование крестьянского землепользования «в целях обеспечения правильного и устойчивого, приспособленного к хозяйственным условиям, пользования землей». Земельный кодекс РСФСР собрал и кодифицировал все действовавшее и не противоречившее новым условиям и новой политике законодательство. При этом были отменены вошедшие в Кодекс или устаревшие законодательные акты. В отличие от предыдущих нормативных актов Земельный кодекс расширил государственное регулирование земельных отношений. Он подробно регулировал землепользование советских хозяйств, сельскохозяйственных артелей и коммун, товариществ по общественной обработке земли, а также добровольные объединения отдельных дворов или совокупность дворов, выделенных из прежних обществ. Большое внимание в Кодексе уделялось правовому положению земельного общества, а также крестьянского двора.

В конце 1920-х – начале 1930-х годов в СССР проводилась коллективизация – объединение крестьянских хозяйств в коллективные хозяйства (колхозы) с целью формирования социалистических производственных отношений в деревне, ликвидации мелкотоварного производства для разрешения затруднений в обеспечении страны необходимым количеством товарного зерна.

Решение о коллективизации было принято на XV съезде ВКП(б) (Всесоюзной коммунистической партии (большевиков)) в 1927 г.

Ход коллективизации и ее результаты в настоящее время оцениваются по-разному. Отметим, что при коллективизации кулачество было ликвидировано как класс. К 1938 г. было коллективизировано 93 % крестьянских хозяйств и 99,1 % посевной площади, в итоге колхозное и совхозное землепользование стало основным. В начале 1935 г. были отменены карточки на хлеб. В короткие сроки в деревне ликвидирована неграмотность. В стране развернуто строительство тракторных заводов и заводов сельскохозяйственных машин. В 1940 г. валовая продукция сельского хозяйства возросла по сравнению с 1913 г. на 41 %.

В период коллективизации потребовались достоверные сведения о состоянии, хозяйственном использовании и правовом положении земель. Были необходимы инвентаризация и новый учет земель. Инвентаризация проводилась по прежним материалам и данным землеустройства. В 1930–1931 гг. была разработана новая методика учета земель. При учете составлялись районные карты в масштабах 1 : 25 000–1 : 100 000 и картограммы.

В 1950–1952 гг. в стране проходила кампания массового укрупнения колхозов (число колхозов сократилось с 254 до 97 тыс.), что увеличило объем землеустроительных работ.

В 1954–60 гг. с целью ликвидации отставания сельского хозяйства и увеличения производства зерна вводились в оборот обширные земельные ресурсы в Казахстане, Поволжье, Сибири, на Урале, Дальнем Востоке. Такие мероприятия назывались освоением целины. За годы освоения было поднято 41,8 млн га целины и залежей.

В конце 1968 г. вышли Основы земельного законодательства СССР, раздел «Государственный земельный кадастр» которых включал в себя регистрацию земель, их учет, бонитировку почв, экономическую оценку земель. В 1977 г. было издано постановление Совета Министров СССР «О порядке ведения государственного кадастра». Таким образом, в СССР земельный кадастр введен к концу 1980-х годов.

3.5.2. Земельная реформа конца XX – начала XXI в.

С 1990 г. в Российской Федерации взят курс на развитие рыночной экономики. Земельные отношения, основанные на монополии государственной собственности на землю и другие природные ресурсы, препятствовали формированию рыночных отношений. Необходима была реформа советского землепользования. 23 ноября 1990 г. принят Закон РСФСР «О земельной реформе», обозначивший ее цель – перераспределение земли в интересах создания условий для равноправного развития различных форм хозяйствования на земле, формирования многоукладной экономики, рационального использования и охраны земель на территории РСФСР. При проведении земельной реформы предусматривалась бесплатная передача земли гражданам в собственность. Монополия государства на землю на территории РСФСР отменялась.

Использование земли в РСФСР стало платным. Собственники земли, землевладельцы и землепользователи, кроме арендаторов, облагались ежегодным земельным налогом.

Земельная реформа осуществлялась одновременно с аграрной, предусматривавшей создание нового уклада в сельском хозяйстве Российской Федерации – крестьянских (фермерских) хозяйств – и реорганизацию

колхозов и совхозов. 1 января 1991 г. введен в действие Закон РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве».

Особенностью последних земельных преобразований явилось то, что начаты они были в Советском Союзе, а продолжились уже после распада СССР – в Российской Федерации. В ходе их реализации в 1991–1998 гг. произошли принципиальные, глубинные изменения в формах собственности на землю. Ликвидирована монополия государственной собственности на землю. Проведена реорганизация 23,5 тыс. колхозов и совхозов, приватизировано 115,9 млн га их земель. В итоге 11,8 млн работников бывших колхозов и совхозов стали собственниками земельных долей. Сформирован значительный слой крестьянских (фермерских) хозяйств (270,2 тыс. хозяйств), в распоряжение которых передано 13,8 млн га земель. В собственность граждан передано 138 млн гектаров, или 63 % всех сельскохозяйственных угодий страны.

В основном решена проблема обеспечения граждан земельными участками. 43,6 млн граждан обзавелись земельными участками для ведения личного подсобного хозяйства, коллективного садоводства и огородничества, индивидуального жилищного и дачного строительства. Средний размер земельных участков личных подсобных хозяйств вырос с 0,19 до 0,36 га, а для садоводств – с 0,06 до 0,08 га.

Введена плата за пользование землей. Ставки земельного налога и арендной платы дифференцированы в зависимости от местоположения и качества земельных участков.

Вместе с тем земельная реформа, по мнению Правительства РФ, не доведена до конца, поэтому 26 июня 1999 г. была утверждена Федеральная целевая программа «Развитие земельной реформы в Российской Федерации на 1999–2002 годы», предусматривавшая завершение реформирования земельных отношений и создание российской национальной системы землепользования, которая позволила бы соединить свободу владения землей, ее эффективное использование и социальную справедливость при распределении земли.

Целями земельной реформы признаны: повышение эффективности использования земли, создание условий для увеличения социального, инвестиционного и производительного потенциала земли, превращение ее в мощный самостоятельный фактор экономического роста. Намечено разработать и реализовать комплекс взаимосвязанных правовых, организационных, финансовых, научно-технических, землеустроительных и иных мер, позволяющих в 2002 г. создать эффективный механизм регулирования земельных отношений и государственного управления земельными ресурсами; укрепить гарантии конституционных прав граждан на землю.

25 октября 2001 г. принят Земельный кодекс Российской Федерации. Его необходимость диктовалась тем, чтобы привести земельное законодательство в соответствие с новыми социально-экономическими условиями РФ.

Кодекс определил, в частности, что участниками земельных отношений являются граждане, юридические лица, РФ, субъекты РФ, муниципальные образования, а объектами земельных отношений являются земля как природный объект и природный ресурс, земельные участки и части земельных участков.

Важнейшим способом регулирования земельных отношений является государственный земельный кадастр, который согласно Федеральному закону от 2 января 2000 г. № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре» представляет собой систематизированный свод документированных сведений, получаемых в результате проведения государственного кадастрового учета земельных участков, о местоположении, целевом назначении и правовом положении земель Российской Федерации и сведений о территориальных зонах и наличии расположенных на земельных участках и прочно связанных с этими земельными участками объектов.

Государственный земельный кадастр создается и ведется в целях информационного обеспечения:

- государственного и муниципального управления земельными ресурсами;
- государственного контроля за использованием и охраной земель;
- мероприятий, направленных на сохранение и повышение плодородия земель;
- государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним;
- землеустройства;
- экономической оценки земель и учета стоимости земли в составе природных ресурсов;
- установления обоснованной платы за землю;
- иной связанной с владением, пользованием и распоряжением земельными участками деятельности.

В дальнейшем Федеральным законом от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» государственный земельный кадастр вошел в состав государственного кадастра недвижимости. Государственный кадастр недвижимости является систематизированным сводом сведений об учтенном недвижимом имуществе, а также о прохождении Государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектами Российской Федерации, муниципальных образований, населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий, иных предусмотренных настоящим Федеральным законом сведений. Государственный кадастр недвижимости является федеральным государ-

ственным информационным ресурсом. В соответствии с этим Федеральным законом осуществляется кадастровый учет земельных участков, зданий, сооружений, помещений, объектов незавершенного строительства.

Федеральный закон № 221-ФЗ определил состав сведений государственного кадастра недвижимости об объекте недвижимости, определил порядок осуществления кадастрового учета, ввел институт кадастровых инженеров, определил, что результатом кадастровых работ является межевой план (при выполнении кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учета заявления о постановке на учет земельного участка или земельных участков, об учете изменений земельного участка или учете части земельного участка); технический план (при выполнении кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учета заявления о постановке на учет здания, сооружения, помещения или объекта незавершенного строительства, об учете его изменений или учете его части); акт обследования (при выполнении кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учета заявления о снятии с учета здания, сооружения, помещения или объекта незавершенного строительства).

Геодезической основой государственного кадастра недвижимости являются государственная геодезическая сеть и создаваемые в установленном Правительством Российской Федерации порядке геодезические сети специального назначения.

Картографической основой государственного кадастра недвижимости являются карты, планы, создаваемые в формах и масштабах, определенных органом нормативно-правового регулирования в сфере кадастровых отношений.

Геодезическая и картографическая основы кадастра создаются и обновляются в соответствии с Федеральным законом от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ «О геодезии и картографии». При этом сведения о геодезической и картографической основах кадастра, полученные при создании новых или обновлении существующих основ кадастра, в том числе при создании новых или восстановлении утраченных пунктов опорных межевых сетей, вносятся в государственный кадастр недвижимости на основании документов, подготовленных при указанных работах.

Для ведения государственного кадастра недвижимости используются установленные в отношении кадастровых округов местные системы координат с определенными для них параметрами перехода к единой государственной системе координат, а в случаях, установленных органом нормативно-правового регулирования в сфере кадастровых отношений, используется единая государственная система координат.

Литература

1. *Алферова А. В.* Математические основы русского градостроительства XVI–XVII веков // Естественно-научные знания в Древней Руси. – М., 1980. – С. 109–134.
2. *Аристотель.* Сочинения. – М. : Мысль, 1976. – Т. 1. – 550 с.
3. *Аристотель.* Сочинения. – М. : Мысль, 1981. – Т. 3. – 612 с.
4. *Баранкова Г. С.* Об астрономических и географических знаниях // Естественно-научные представления Древней Руси. – М., 1978. – С. 48–62.
5. *Быковский Н. М.* Картография. – М. : П., 1923. – 207 с.
6. *Богомолова Е. С., Брынть М. Я.* Становление и развитие геодезической подготовки инженеров путей сообщения. К 200-летию первого транспортного вуза России. – СПб. : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 93 с.
7. *Гаусс К. Ф.* Избранные геодезические сочинения. – М. : Изд-во геодез. лит-ры, 1957. Т. 1. – 151 с.
8. *Гаусс К. Ф.* Избранные геодезические сочинения. – М. : Изд-во геодез. лит-ры, 1958. Т. 2. – 245 с.
9. *Герман И. Е.* Земельные дела в западноевропейских государствах. – М. : Типолитография В. Рихтера, 1913.
10. *Геродот.* История в 9 кн. – Л. : Наука, 1972. – 600 с.
11. *Глушков В. В.* История военной картографии в России (XVIII – начало XX в.). – М. : ИДЭЛ, 2007. – 528 с.
12. *Варламов А. А., Лойко П. Ф., Гальченко С. А., Подкова И. В.* Земельный кадастр в зарубежных странах / под ред. А. А. Варламова. – М. : ГУЗ, 1996. – С. 14.
13. *Волков С. Н.* межевание в древней Руси (IX–XII вв.) // Кадастровый вестн. – 2009. – № 1. – С. 51–54.
14. *Изотов А. А.* Достижения геодезической науки в СССР за 50 лет // Циркуляр ВАГО. – 1974. – № 24. – 96 с.
15. *Иордан В., Эгерт О., Кнейссель М.* Руководство по высшей геодезии. – М., 1963. – Т. 1. – 548 с.
16. История государства и права зарубежных стран : учеб. для вузов. Ч. 1 / под ред. проф. Н. А. Крашенинниковой, проф. О. А. Жидкова. – М. : НОРМА–ИНФРА · М, 1998. – 480 с.
17. История Древнего мира / под ред. И. М. Дьяконова, В. Д. Пероновой, И. С. Свенцицкой. – М. : Глав. ред. вост. лит-ры изд-ва Наука, 1982. – 303 с.
18. История земельных отношений и землеустройства / под ред. А. А. Варламова. – М. : Колос, 2000. – 336 с.
19. История землеустройства и инвентаризации в России / А. Г. Анисимов, С. В. Гришачев, А. Н. Медведь, С. В. Покровская. – М. : Деловые консультации, 2009. – 208 с.

20. История межевания, землеустройства и земельного кадастра : монография / Г. Н. Тетерин. – Новосибирск : ССГА, 2007. – 99 с.
21. *Карамзин Н. М.* История государства Российского : в 3 кн. – СПб. : Кристалл ; РЕСПЕКС, 1998.
22. *Кашин Л. А.* Новый нормативно-технический акт // Геодезия и картография. – 1992. – № 7. – С. 13–17.
23. *Ключевский В. О.* Лекции по русской истории : в 3 ч. – СПб., 1902.
24. *Ковязин В. Ф., Боголюбова А. А., Павлова В. А.* История земельных отношений и землеустройства : Программа, методические указания и контрольная работа. – СПб. : Санкт-Петербург. гос. горный ин-т (технич. ун-т), 2010. – 48 с.
25. *Комов Н. В., Родин А. З., Алакоз В. В.* Земельные отношения и землеустройство в России. – М. : Руслит, 1995. – 186 с.
26. *Костомаров Н. И.* Русская история в жизнеописаниях ее главнейших деятелей. – М. : Мысль, 1991.
27. *Крюков М. В., Малявин В. В., Софронов М. В.* Этническая история китайцев на рубеже Средневековья и Нового времени. – М. : Наука, 1987. – 307 с.
28. *Кусов В. С.* Картографическое искусство Русского государства. – М. : Недра, 1989. – 96 с.
29. *Ньютон Р. Р.* Преступление Клавдия Птолемея. – М. : Наука, 1985. – 384 с.
30. *Обиняков В. Б.* Кадастр и земельная информация в Швеции // Геодезия и картография. – 1992. – № 7. – С. 50–54.
31. Опыт создания и ведения кадастра за рубежом. Обзорная информация. – М. : ЦНИИГАиК, 1992. – 44 с.
32. *Пандул И. С.* Геодезические работы на Памире в 1909–1912 гг. // Земля и Вселенная. – 1974. – № 5. – С. 34.
33. *Пандул И. С.* История хронометра // Земля и Вселенная. – 1980. – № 5. – С. 58–60.
34. *Пандул И. С.* Викентий Карлович Вишневский // Земля и Вселенная. – 1981. – № 6. – С. 33–34.
35. *Пандул И. С.* Кронштадтский футшток и исходный пункт нивелирной сети СССР // Земля и Вселенная. – 1982. – № 5. – С. 62–65.
36. *Перевощиков Д. М.* Историческое обозрение исследований о фигуре и величине Земли // Магазин земледелия и путешествий. – М., 1852. – Т. 1. – С. 1–75.
37. *Пилецкий А. А.* Система размеров и их отношений в древнерусской архитектуре // Естественно-научные знания в Древней Руси. – М., 1980. – С. 63–109.
38. Путешествия Христофора Колумба (дневники, письма, документы). – М. : Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1956. – 526 с.
39. *Рыбаков Б. А.* Русская система мер длины XI–XV веков // Сов. этнография. – 1949. – № 1. – С. 69.

40. *Сидоренко В. Н.* Государственный земельный кадастр : прошлое, настоящее, будущее. – М. : ТЕИС, 2003. – 320 с.
41. *Соловьев С. М.* Сочинения : в 18 кн. Кн. 10 : Т. 19–20. История России с древнейших времен. – М. : Мысль, 1993. – 751 с.
42. *Струве В. Я.* Дуга меридиана. – М. : Геодезиздат, 1957. – 256 с.
43. *Сулин М. А.* Основы землеустройства : учеб. пособие. – СПб. : Лань, 2002. – 128 с.
44. *Тетерин Г. Н.* История геодезии (до XX в.). – Новосибирск : СГГА, 2008. – 300 с.
45. *Тетерин Г. Н.* История межевания, землеустройства и земельного кадастра. – Новосибирск : СГГА, 2007. – 99 с.
46. Федеральный закон от 02.01.2000 № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре» // Геодезия и картография. – 2000. – № 4. – С. 1–2.
47. Федеральный закон от 18.06.2001 № 78-ФЗ «О землеустройстве» // Рос. газ. – 2001. – 23 июня. – № 118–119.
48. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» // Парламентская газ. – 2007. – 9 авг. – № 99–101.
49. *Хренов Л. С.* Хронология отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней. – Л. : ГАО, 1987. – 288 с.
50. *Чешев А. С., Фесенко И. И.* Земельный кадастр : учеб. для вузов. – М. : ПРИОР, 2001. – 368 с.
51. *Ширина Д. А.* Летопись экспедиций Академии наук на северо-восток Азии в дореволюционный период. – Новосибирск : Наука. – 1983. – 135 с.

Содержание

Введение	3
1. ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ	5
1.1. Древний период (LXX в. до н. э. – V в. н. э.).....	7
1.1.1. Начальный этап истории геодезии.....	–
1.1.2. Геодезия Древней Греции.....	9
1.1.3. Геодезия Древнего Китая.....	16
1.1.4. Геодезия Древнего Рима	19
1.2. Средние века (VI–XV вв.).....	22
1.3. Период возрождения геодезии (XVI–XVII вв.).....	25
1.4. Геодезия в России в допетровский период (X–XVII вв.).....	31
1.5. Новое время (XVIII–XIX вв.).....	37
1.5.1. Геодезические работы в Западной Европе.....	–
1.5.2. Градусные измерения	42
1.5.3. Геодезические работы в России	48
1.6. Современный период (XX–XXI вв.).....	61
1.6.1. Общий обзор	–
1.6.2. Развитие геодезии в СССР.....	64
2. РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИИ В СТЕНАХ ПЕРВОГО ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА РОССИИ	71
2.1. Вклад в развитие геодезии профессорско-преподавательского состава геодезической кафедры вуза	–
2.2. Вклад в развитие геодезии выпускников и сотрудников вуза.....	77
3. ИСТОРИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ	82
3.1. Земельные отношения и кадастры в древнее время	–
3.1.1. Земельные отношения в Древней Греции.....	–
3.1.2. Земельные отношения в Древнем Египте	83
3.1.3. Римский кадастр.....	85
3.2. Земельные отношения в Средние века.....	88
3.2.1. Земельные отношения в Европе	–
3.2.2. Земельные отношения в России	91
3.3. Развитие земельных отношений в России в XVI–XVII вв.....	97
3.4. Земельные отношения в XVIII–XIX вв.	100
3.4.1. Земельные отношения в Европе	–
3.4.2. Земельные преобразования Петра I.....	101
3.4.3. Генеральное межевание.....	103
3.4.4. Крестьянская реформа 1861 г. и ее итоги	108
3.4.5. Столыпинская аграрная реформа.....	110
3.5. Развитие земельных отношений в России с 1917 г. до наших дней	113
3.5.1. Земельные отношения с 1917 до 1990 гг.....	–
3.5.2. Земельная реформа конца XX – начала XXI в.	116
Литература.....	120

Учебное издание

ИСТОРИЯ ГЕОДЕЗИИ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ

БОГОМОЛОВА Елена Спиридоновна
БРЫНЬ Михаил Ярославович
ВЕСЁЛКИН Павел Александрович
ПАНДУЛ Игорь Садукович

Учебное пособие

Редактор и корректор *С. А. Зинченко*
Компьютерная верстка *Л. А. Каратановой*

План 2012 г., № 33

Подписано в печать с оригинал-макета 03.10.2013.

Формат 60×84 1/16. Бумага для множ. апп. Печать офсетная

Усл. печ. л. 7,875. Тираж 150 экз.

Заказ 1002.

Петербургский государственный университет путей сообщения

190031, СПб., Московский пр., 9

Типография ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9