

Р.Е. Девис

Геодезия

Теория и практика. Выпуск 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Р11

Р11 **Р.Е. Девис**
Геодезия: Теория и практика. Выпуск 1 / Р.Е. Девис – М.: Книга по Требованию, 2024. – 561 с.

ISBN 978-5-458-24759-7

Эта книга предназначена главным образом для пользования ею как учебником при занятиях по геодезии, которые обыкновенно ведутся в инженерных школах на первом курсе, но целью авторов было также дать в одном томе труд по геодезии, достаточно полный для того, чтобы оказаться полезным инженерам-практикам и съемщикам. Чтобы сделать книгу возможно более полезной для студентов, элементы теории и практики геодезии разобраны в ней довольно подробно, и авторами приложены все усилия к тому, чтобы дать книгу, в которой нуждается школа. Чтобы книга оказалась ценной для инженеров и съемщиков, в ней были рассмотрены наиболее актуальные с точки зрения современности вопросы предмета, описаны методы, применяемые при обширных съемках в разнообразных условиях, и разобраны относительные преимущества тех или иных методов при различных полевых условиях. Авторы черпали материал не только из своего собственного опыта, но также широко пользовались трудами других лиц. Более специальные части книги были просмотрены авторитетами в этих областях

ISBN 978-5-458-24759-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Решение Объединенного научно-технического издательства выпустить на русском языке американский курс геодезии: «*Surveying. Theory and Practice*» трех авторов: R. E. Davis, F. S. Foote and W. H. Raupер нельзя не приветствовать.

В дореволюционной России геодезия как наука создавалась и развивалась на основе западноевропейской геодезической теории и практики, преимущественно германской. Геодезия США русским геодезистам в массе была, можно сказать, совершенно неизвестна. А между тем из передовых стран наиболее подходящим государством к дореволюционной России, по наличию громадных пространств, необжитых, пустующих, геодезически совершенно не обслуженных и вообще «неудобных» земель, были именно Соединенные штаты Северной Америки. К этому надо еще добавить, что геодезия в США развивалась несколько своеобразно, особняком, по сравнению с геодезией Европы.

Все эти обстоятельства указывают, что для советских геодезистов и вообще для лиц, занимающихся геодезическими и съемочными работами в СССР, ознакомление с геодезией США является настоятельной необходимостью и именно в настоящее время, когда наш Союз проводит политику социалистической индустриализации страны, когда в СССР бурными темпами развивается социалистическое строительство и в соответствии с этим имеется громадная потребность в производстве инженерно-геодезических изысканий на огромных площадях. В США геодезия развивалась в значительной мере как раз под знаком инженерной геодезии.

Конечно, можно было бы познакомиться с постановкой геодезического дела в США при помощи специально написанной для этой цели книги, но это было бы неполное решение вопроса. Американскую геодезию нужно взять именно в подлиннике. Это полезно и для наших производителей и для лиц, преподающих геодезию. Руководимый этими соображениями, я и согласился на предложение ОНТИ принять на себя редактирование настоящего труда.

Выбор «*Surveying. Theory and Practice*» трех авторов из ряда других американских руководств по геодезии надо признать весьма целесообразным. Во-первых, это очень свежий курс по геодезии, вышедший первым изданием в 1928 г.; следовательно, этот курс написан в период времени после окончания мировой войны, в период пресловутого «просперити», что очень важно. Нет сомнения, что авторы должны были использовать все достижения в области геодезии и

в инженерно-геодезических работах, которые имели место в США со времени 1914 г.

Во-вторых, предлагаемая в настоящем переводе книга уделяет очень большое место приложениям геодезии в различных областях, особенно в инженерном деле, причем из предисловия авторов этого курса видно, какие серьезные меры были приняты авторами для обеспечения правильности содержания различных отделов их коллективного труда. В этом отношении характерна уже самая комбинация специальностей авторского коллектива: профессор геодезии, профессор по гражданским сооружениям и профессор по железным дорогам,— такое сочетание специальностей говорит само за себя и обеспечивает советскому читателю, что с постановкой в настоящее время геодезических работ в различных областях народного хозяйства США он познакомится в этой книге из первых рук. К этому нужно прибавить и то обстоятельство, что авторы приводят в своем труде примеры большей частью из производственной практики.

Перевод и редактирование настоящего курса встретились с большими трудностями. Перевод книги был затруднен своеобразием американской геодезической терминологии.

При редактировании курса пришлось прежде всего учесть разницу социального строя в СССР и в США. Там существует частная собственность на землю, и в соответствии с этим, очень важным вопросом является вопрос о съемках и охране границ отдельных владений, в то время как в СССР границы участков имеют главным образом хозяйственный характер. Поэтому отделы, связанные с межевыми съемками, потребовали существенных сокращений и редакционных пометок. Далее, в США до сего времени существует старая неметрическая система мер, а потому все мерные ленты, рулетки, рейки, планиметры и прочие приборы рассчитаны на футы, ярды, акры и другие, чуждые советскому специалисту единицы мер. Американская геодезия приспособилась к этой системе мер, и приспособление это временами является настолько тесным и в смысле инструментов и в смысле методов работ, что замена американских единиц мер нашими метрическими мерами оказывается в некоторых случаях просто невозможной, тем более что, как уже было выше отмечено, примеры авторов носят в курсе преимущественно производственный характер. Поэтому в процессе редактирования пришлось поступить по-разному. Так, расчеты авторов о степени влияния различных источников ошибок на результаты измерений линий лентой были отнесены к 30-метровой ленте, поскольку американская 100-футовая лента равна 30.48 м. Примеры, в которых без ущерба для существа дела оказался возможным переход на метрическую меру, были пересчитаны. Так было поступлено, как правило, со всеми примерами, предложенными авторами для самостоятельной проработки читателям. Примеры, приведенные авторами на такие виды работ, для которых с точки зрения геодезии единица меры оказывается безразличной, были в зависимости от обстоятельств или пересчитаны или оставлены без изменений. Без изменений были оставлены те производственные примеры, в которых замена единицы меры требовала просто нового примера, а это нарушило

бы колорит оригинала. В нужных случаях мною давались параллельно с американскими и советские данные и примеры.

Естественно, что в таком большом труде не обошлось в оригинале без авторских ошибок и оговорок. Все замеченные мною неправильности в тексте были исправлены. В остальном же текст оригинала был оставлен без изменения, и все редакторские добавления в тексте поставлены в квадратных скобках, а редакционные замечания помещены в сносках и оговорены. Такое выделение редакторского текста являлось в данном случае существенно необходимым. При такой постановке дела советские читатели, узнав из книги ряд интересных сведений о квалификации американских специалистов, об американских инструментах, о методах работ, будут иметь уверенность, что эти подчас неожиданные сведения они получают непосредственно от американских авторов книги. При переводе этой книги были приняты меры к тому, чтобы перевод был возможно ближе к оригиналу.

Предлагаемая в переводе книга хорошо отражает на себе присущий американским специалистам «практицизм». Признавая важность того или иного теоретического положения, авторы считают возможным пользоваться этой теорией, не давая никаких обоснований. Это обстоятельство заставило меня в ряде случаев такие теоретические обоснования дать. Здесь будет уместно отметить, что на общем фоне практицизма авторы уделили много внимания расчетам ошибок, получаемых при линейных измерениях, в то время как у нас на линейные измерения установился излишне упрощенческий взгляд.

В предлагаемом курсе авторы дают довольно большую главу, посвященную «полевой астрономии», несмотря на то, что этот курс геодезии относится по нашей терминологии к «Курсам низшей геодезии». Эта особенность американской геодезии заслуживает со стороны советских специалистов самого пристального внимания и именно в настоящее время, в период рационализации в СССР всех видов труда.

Так как США лежат в западном полушарии, а СССР — в восточном полушарии земного шара, то примеры на время, приведенные в оригинале, были переделаны на соответствующие примеры для поясов времени, имеющих место в СССР, причем вместо американских эфемерид был применен Астрономический ежегодник, издаваемый Астрономическим институтом в Ленинграде. Производственные примеры оригинала оставлены без изменения.

Английские и американские авторы руководств по геодезии имеют обыкновение снабжать свои руководства рядом таблиц и в том числе таблицами логарифмов чисел, таблицами логарифмов тригонометрических величин и таблицами натуральных значений тригонометрических величин. В американском оригинале настоящего труда эти три вида таблиц занимают 100 страниц. Так как в настоящее время имеются изданными в СССР хорошие таблицы логарифмические (семизначные Вега) и хорошие таблицы натуральных значений тригонометрических величин (шестизначные Петерса), то надобность в помещении в книге сокращенных таблиц подобного рода отпадает, и потому они в этом переводе выпущены.

Наконец, следует отметить, что хотя оригинал настоящего труда издан был авторами в одном томе, тем не менее ввиду большого размера этого курса было признано более рациональным по техническим соображениям издать перевод его в двух выпусках. При этом читателям нужно иметь в виду, что оба выпуска составляют одно неразрывное целое. В первый выпуск входят первый и второй отделы оригинала, содержащие введение в геодезию и основы геодезии, а ко второму выпуску отнесен третий отдел оригинала, посвященный преимущественно приложениям геодезии к различным случаям практики. Такое разделение книги на два выпуска облегчит пользование ею.

Проф. А. Чеботарев

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ.

Эта книга предназначена главным образом для пользования ею как учебником при занятиях по геодезии, которые обыкновенно ведутся в инженерных школах на первом курсе, но целью авторов было также дать в одном томе труд по геодезии, достаточно полный для того, чтобы оказаться полезным инженерам-практикам и съемщикам.

Чтобы сделать книгу возможно более полезной для студентов, элементы теории и практики геодезии разобраны в ней довольно подробно, и авторами приложены все усилия к тому, чтобы дать книгу, в которой нуждается школа.

При этом мы часто обращались к преподавателям геодезии за советами и получали их в изобилии.

Чтобы книга оказалась ценной для инженеров и съемщиков, в ней были рассмотрены наиболее актуальные с точки зрения современности вопросы предмета, описаны методы, применяемые при обширных съемках в разнообразных условиях, и разобраны относительные преимущества тех или иных методов при различных полевых условиях. Авторы черпали материал не только из своего собственного опыта, но также широко пользовались трудами других лиц. Более специальные части книги были просмотрены авторитетами в этих областях.

Книга разбита на три отдела.

Отдел первый в качестве введения в предмет имеет целью дать студенту общее знакомство с основными положениями предмета до изложения его деталей, дать ему первое знакомство с простейшими полевыми и камеральными геодезическими операциями и изложить общее учение об ошибках, понимание которого столь существенно для геодезической практики.

Мы уверены в том, что этот отдел окажется особенно ценным для тех учащихся, которые полевую и камеральную практику отрабатывают одновременно с изучением теории в школе.

Этот отдел может оказаться, таким образом, чем-то вроде инструкции для неимеющих опыта людей, которые соприкасаются с практикой геодезии впервые.

Во втором отделе, посвященном элементам съемки, подробно разбираются основные операции, общие для всех видов съемок, включая инструменты и методы, применяемые для измерения углов, расстояний и превышений в поле, а также вычисления и построение планов на основе полевых данных. Материал этого отдела является суще-

ственно необходимым для всей геодезической практики. Он служит, так сказать, остовом, скелетом, вокруг которого формируется всякая съемка в производстве. Здесь была сделана специальная попытка полностью изложить принципы и описать операции, применяемые на хорошо поставленной геодезической практике, не останавливаясь на изложении деталей, которые могут быть лучше всего усвоены при помощи самой практики. Там, где существует не один метод выполнения той или иной операции, авторы поставили себе целью описать каждый метод и сравнить их между собою со стороны их относительных преимуществ при различных условиях.

В третьем отделе излагается геодезическая практика в том виде, как она имеет применение при производстве съемочных работ для различных целей в действительности, включая съемки для установления границ сельскохозяйственных и городских земель, для проектирования железных, шоссейных и других дорог, для определения положения рудничных разработок и установления перспективы их развития и для составления карт методами топографии и фотографии как наземной, так и воздушной.

Многие материалы были получены из частных источников, правительственных сообщений и периодических изданий.

При составлении этой книги авторы тщательно изучали цель того или иного вопроса и порядок размещения материала с расчетом, чтобы каждый вопрос оказался удобоусвояемым для студентов и чтобы в то же время в книге находился дополнительный материал, имеющий большую важность и ценность для лиц, обязанных планировать и выполнять геодезические работы, но который обыкновенно не преподается на элементарных курсах геодезии ввиду недостатка времени. Авторы счастливы отметить, что при разрешении этой задачи они получили существенную помощь от опытных преподавателей, выразивших свое мнение о том, какой именно материал необходимо поместить в такого рода книге. Чтобы сделать книгу, как целое, возможно более последовательной, все материалы, относящиеся к тому или иному отделу курса геодезии, помещены в одной главе, но те его части, которые нормально не включаются в обыкновенный курс геодезии, изложены или в отдельных параграфах более мелким шрифтом, нежели остальной текст, или помещены в конце главы. Так, в главе VIII простейшие действия дифференциального нивелирования изложены в §§ 134—135, после чего описаны точные способы нивелирования, изложены соображения о точности нивелирования и описаны способы уравнивания замкнутых нивелирных ходов в § 136.

Авторам представляется, что при таком расположении материала его можно использовать и для изучения по самой элементарной программе, причем легко найти и прочесть по книге ответ на желаемую тему без путаницы для студента, если даже материал курса значительно меньше приведенного в тексте.

Опыт показал желательность упражнений в полевой и камеральной практике, касающейся простейших геодезических операций, с тем чтобы эти упражнения прорабатывались параллельно с изучением теории. В этих целях в конце каждой главы, имеющей дело

с такого рода операциями, помещен ряд задач, которые, мы уверены, окажутся полезными при усвоении полевой и камеральной практики. Многие второстепенные детали полевых и камеральных работ, не упомянутые в тексте, приведены при изложении этих задач.

Хотя знание ошибок важно для правильной постановки геодезической практики, но многие специалисты проявляют невежество в области как теории ошибок, так и влияния этих ошибок на измерения, что поистине достойно сожаления; по этой причине авторам казалось желательным, чтобы на изучение ошибок было обращено большее внимание. С этой целью глава V посвящена исключительно разбору ошибок, причем особое внимание обращено на случайные ошибки и теорию вероятностей; кроме того, на протяжении всей книги рассмотрены в связи с различными геодезическими операциями причины, виды и распределение ошибок.

Понимание полевой астрономии вызывает необходимость в усвоении новых понятий, которые начинающими обычно воспринимаются с трудом, а руководитель часто затрудняется объяснить их. Авторы придерживались того взгляда, что в школе разъяснение принципов имеет большее значение, нежели простое перечисление фактов. По этой причине предмет полевой астрономии изложен в несколько большем объеме, нежели это обычно имеет место в курсе геодезии, и значительное место отведено популярному изложению основных понятий о небесной сфере. Так, глава XV посвящена разъяснению принципов астрономии, а в главе XVI описаны общие методы определения широты, долготы и азимута, которые применяются при съемках обычной точности.

В главах о топографической съемке особое внимание обращено на методы, применяемые при составлении карт среднего и крупного масштаба, и приложены усилия к тому, чтобы показать зависимость упомянутых методов от условий, относящихся к характеру местности, масштабу карты, размеру площади, подлежащей съемке, и т. д.

Наземная фотографическая съемка давно признана особенно продуктивным методом изображения рельефа гористых местностей. Ввиду быстрого совершенствования инструментов и методов, применяемых при воздушной съемке, представляется вероятным, что, за исключением случаев сравнительно небольших площадей, большинство топографических карт будущего будет составляемо при помощи аэрофотосъемки. В главе XXVI излагаются принципы фотографической съемки, и более основательно описаны с некоторыми подробностями процессы составления карт при помощи воздушной съемки. Большинство материала для этой главы получено из неопубликованных записок и появляется в форме книги впервые.

При составлении этой книги авторы получали указания, советы и материалы из многих источников. Они весьма признательны за эту помощь, без которой книга была бы в высшей степени неполной. Они особенно хотели бы отметить следующее: С. Эйнарссон (S. Einarsson), профессор астрономического отделения Калифорнийского университета, просмотрел в рукописи главы XV и XVI и сделал много указаний, которые значительно улучшили материал по астрономии.

Старший геодезист Главного земельного управления любезно предоставил данные для таблиц, относящихся к принятой в США системе подразделения общественных земель, описанной в главе XX; кроме того, было взято много выдержек из Сборника инструкций этого управления.

Директор Береговой и геодезической службы США снабдил нас данными для табл. IV и V и фотографическими снимками, с которых было приготовлено значительное число чертежей для глав XXIV, XXV и XXVII.

Директор Геологической службы США предоставил фотографические снимки для иллюстраций глав XXIII, XXIV, XXV и XXVI; затем С. Х. Бердсей (С. Н. Birdseye), начальник инженер-топографов, и В. Х. Херон (W. H. Heron), географ, начальник Центрального отдела, — оба сотрудники Геологической службы США — оказали весьма великодушную помощь при обработке частей рукописи, касающихся составления карт при помощи топографической и фотографической съемки.

Ф. Х. Питерс (F. H. Peters), главный геодезист Канадской топографической службы, снабдил нас подходящими фотоснимками, на основании которых были изготовлены фиг. 103, 132 и 133 выпуска второго, и оказал ценную помощь предоставлением материала по вопросу о составлении карт помощью фотосъемки и аэросъемки. Майор Ж. В. Беглей (J. W. Bagley) Инженерного корпуса армии США, прежде Геологической службы США, проверил рукопись для главы XXVI о фотографической съемке и предложил важные улучшения в расположении материала.

Издательству Дж. Уилей (J. Wileys & Sons, Inc.) мы признательны за разрешение использовать табл. IX, которая взята из «Теории и практики геодезии» Джонсона (Johnson), и табл. X, взятую из книги «Полевое инженерное искусство» Сирлеса и Айвса (Searles and Ives).

Необходимо отметить использование нами фотографий фотокамер воздушной съемки и других аппаратов, которые были предоставлены Брокком и Веймаутом (Brock and Weymouth, Филадельфия) и Ферчайльдской воздушной службой (Нью-Йорк).

В тексте находится много рисунков геодезических инструментов, фотоснимки для которых предоставлены различными фирмами. В этом отношении следует отметить помощь В. и Л. Гарлея, П. Трой, Шт. Нью-Йорк (W. and L. E. Gurley, Troy, N. Y.), Компании Кеуфель и Эссер, г. Нью-Йорк (Keuffel and Esser, Comp. N. Y.), Компании А. Литц, г. С.-Франциско, Калифорния (A. Lietz Co., S. Francisco, Cal.) и С. Бергер, г. Бостон, Массачусетс (C. L. Berger and Sons, Boston, Mass.). Последней фирме мы признательны также за разрешение воспользоваться фиг. 129 выпуска второго, которая помещена в «Руководстве» Бергера (Berger), в статье проф. Джорджа Хосмера (G. L. Hosmer).

Май 1928.

R.E.D. (Р. Е. Дэвис)

F.S.F. (Ф. С. Фут)

W.H.R. (В. Г. Рейнер)

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора	5
Предисловие авторов	9
Отдел I. Введение в геодезию	
Глава I. Основные положения	19
1. Геодезия. — 2. Классификация съемок. — 3. Фигура Земли. — 4. Плоская геодезия. — 5. Сферическая и сфероидическая геодезия. — 6. Определения. — 7. Единицы меры. — 8. Виды съемок и действия, им соответствующие. — 9. Точность измерений. — 10. Основные принципы геодезии. — 11. Практика геодезии. — 12. Качества хорошего геодезиста.	
Глава II. Полевая работа	34
13. Общие замечания. — 14. Полевые работы студентов. — 15. Изучение заданий. — 16. Полевые инструменты. — 17. Некоторые, употребляемые в геодезии, термины. — 18. Привычка тщательно работать. — 19. Требуемая точность. — 20. Зависимость между углами и расстояниями. — 21. Углы, употребляемые при тригонометрических вычислениях. — 22. Быстрота выполнения полевой работы. — 23. Сигнализация. — 24. Обращение с геодезическими инструментами. — 25. Уход за теодолитом и нивелиром. — 26. Уход за мелким снаряжением. — 27. Поверки инструментов. — 28. Полевые записи. — 29. Полевой журнал. — 30. Правила ведения студентами полевых записей. — 31. Пояснительные записи. — 32. Числовые данные. — 33. Чертежи.	
Глава III. Вычисления	51
34. Общие замечания. — 35. Камеральные вычисления. — 36. Поверка вычислений. — 37. Значение цифры. — 38. Точность вычислений. — 39. Тригонометрические таблицы. — 40. Вычисление углов и расстояний. — 41. Логарифмы. Натуральные значения функций. — 42. Графические и механические методы. — 43. Арифметические сокращенные приемы. — 44. Применение логарифмов. — 45. Пользование логарифмической линейкой.	
Глава IV. Черчение	74
46. Предварительные замечания. — 47. Планы. — 48. Проекции карт. — 49. Масштабы. — 50. Меридианные стрелки. — 51. Профили. — 52. Поперечные сечения. — 53. Надписи. — 54. Картуши. — 55. Пояснительные надписи. — 56. Рамки. — 57. Чер-	

тежная бумага. — 58. Репродукция (размножение) чертежей. — 59. Кальки. — 60. Светописные копии (синюшки). — 61. Коричневые отпечатки. — 62. Карандаши, инки и краски. — 63. Чертежные инструменты. — 63а. Транспортир. — 63b. Штангенциркуль. — 63с. Железнодорожные лекала. — 63d. Железнодорожный рейсфедер. — 63е. Контурный рейсфедер. — 63f. Линейка. — 64. Пользование линейкой и треугольниками.

Глава V. Ошибки 104

65. Общие замечания. — 66. Виды ошибок. — 67. Источники ошибок. — 68. Систематические ошибки как противоположность случайных. — 69. Расхождения. — 70. Теория вероятностей. — 71. Вероятные значения. — 72. Вероятная ошибка одной измеренной величины. — 73. Неравноточные наблюдения. — 73а. Обработка неравноточных наблюдений. — 74. Взаимная связь между ошибками. — [74а. Средняя и средняя квадратическая ошибка]. — [74b. Закон нарастания случайных ошибок.] — [74с. Формула Бесселя.] — [74d. Формула Петерса.] — [74е. Неравноточные измерения.]

О т д е л II. Элементы съемки

Глава VI. Измерение расстояний. 133

Общие методы 133

75. Замечания. — 76. Измерение расстояний шагами. — 77. Дальномер. — 78. Непосредственное измерение. — 79. Другие способы измерения расстояний. — 80. Выбор способов измерения расстояний.

Измерение линий лентой 136

81. Замечания. — 82. Ленты. — 83. Стальные ленты, уход за ними и пользование ими. — 84а. Мерные шпильки. — 84b. Вешки. — 85. Измерение линий лентой по ровной горизонтальной поверхности. — 86. Горизонтальные измерения по неровной или наклонной поверхности. — 87. Измерение линий по наклонному направлению. — 88. Поправки за наклон. — 89а. Ошибки при измерении линий лентой. — 90. Поправка за провисание. — 91. Поправка за натяжение. — 92. Устранение влияния провисания ленты. — 93. Поправка за температуру. — 94. Точность измерений лентой. — 95. Промахи. — 96. Правила пользования лентой. — 97. Числовые задачи. — 98. Полевые задачи.

Глава VII. Измерение разностей высот 169

Общие методы 169

99. Замечания. — 100. Кривизна Земли. — 101. Барометрическое нивелирование. — 102. Тригонометрическое нивелирование. — 103. Геометрическое нивелирование.

Инструменты, применяемые при геометрическом нивелировании 176.

104. Замечания. — 105. Инженерный нивелир. — 106. Уровень. — 107. Чувствительность уровня. — 108. Труба нивелира. — 108а. Фо-