

*Приложеніе къ части LXII Записокъ  
Военно-Топографическаго Управленія.*

# СБОРНИКЪ

## РЕФЕРАТОВЪ И ПЕРЕВОДНЫХЪ СТАТЕЙ

ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМЪ ВОПРОСАМЪ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Военная Типографія (въ зданіи Главнаго Штаба).

1906.

## Оглавление.

---

	<i>Стр.</i>
XV Международный геодезическій съѣздъ . . . . .	1
Докладъ генерала Артамонова о геодезическихъ работахъ и связанныхъ съ ними астрономическихъ, исполненныхъ въ 1903, 1904 и 1905 г.г. . . . .	24
Геодезическія работы въ Соединенныхъ Штатахъ за 1903—1906 г.г.	38
Съемки въ Индіи и Египтѣ . . . . .	105
Отчетъ Индійской съемки за 1903—1904 г.г. Генераль - Маіора <i>Витковскаго</i> . . . . .	113

---

## XV международный геодезический съездъ.

Въ сентябрѣ мѣсяцѣ 1906 года въ Буда-Пештѣ состоялся XV очередной геодезическій съездъ, на которомъ делегатами вошедшихъ въ международный геодезическій союзъ государствъ были сдѣланы доклады о геодезическихъ и связанныхъ съ ними астрономическихъ работахъ за послѣднее трехлѣтіе: 1903, 1904 и 1905 г.г.

Обстоятельныя свѣдѣнія о докладахъ на этомъ съездѣ будутъ отпечатаны въ очередномъ томѣ *Comptes Rendus*. Желая ознакомить русскую читающую публику въ общихъ чертахъ съ затронутыми на съездѣ вопросами, я привожу переводъ въ хронологическомъ порядкѣ репортерскихъ отчетовъ газеты „*Abendblatt des Pesther Lloyd*“.

Генераль отъ Инфантерія *Артамоновъ*.

Международный геодезическій съездъ открылся 7 (20) сентября въ 10 часовъ утра въ залѣ засѣданій венгерской академіи наукъ. На торжествѣ открытія, на которое собралось около семидесяти членовъ съезда, присутствовали въ числѣ другихъ высокопоставленныхъ лицъ: министръ народнаго просвѣщенія графъ Альбертъ Анпоњи, президентъ венгерской академіи наукъ Альбертъ фонъ-Берцевичи и статсъ-секретарь Викторъ фонъ-Мольнаръ. За президенскимъ столомъ мѣсто справа отъ министра народнаго просвѣщенія занялъ президентъ международнаго геодезическаго союза генераль Бассо (изъ Парижа), слѣва — тайный совѣтникъ Берцевичи. Кромѣ того, здѣсь были: вице-президентъ международнаго союза генераль Захарія (изъ Копенгагена), директоръ Гельмертъ (изъ Потсдама), секретарь Бахуйзень (изъ Лейдена) и постоянный представитель союза въ Венгріи, профессоръ Людвигъ Бодола. Со стороны Венгріи въ съездѣ принимали еще участіе: баронъ Роландъ Этвѣшь, членъ совѣта

министерства д-ръ Иоганнъ Янковичъ, профессоръ Карль Танъ, Каломанъ Чили, Юлій Кёнигъ, Винцентъ Варта, баронъ Бела Харькани, Мориць Дечи, д-ръ Людвигъ Шлезингеръ, д-ръ Имдоръ Фрѣлихъ, д-ръ Густавъ Радосъ, д-ръ Мориць Рети, главный секретарь Венгерской академіи наукъ д-ръ Густавъ Хейнрихъ и др.

Министръ народнаго просвѣщенія, графъ Альбертъ Ашпони открылъ съѣздъ слѣдующей рѣчью:

„Господа! съ величайшей радостью привѣтствую васъ въ нашей столицѣ отъ имени венгерскаго правительства. Наука, которая составляетъ предметъ вашихъ занятій, имѣетъ выдающихся представителей и въ этой странѣ. Послѣдніе, я надѣюсь, будутъ въ состояніи представить настоящему собранію такія работы, которыя окажутся достойными вашего вниманія. Однако, ваше присутствіе здѣсь привѣтствуютъ съ искренней радостью не одни только ваши венгерскіе товарищи по наукѣ, но и все общественное мнѣніе Венгріи. Эта много испытывавшая нація, на долю которой выпала непрестанная борьба за свое существованіе, жаждетъ прогресса, и съ тѣхъ поръ какъ она снова почти достигла самоопредѣленія и можетъ смотрѣть съ большимъ или меньшимъ довѣріемъ на ближайшее будущее, она сзумѣла сдѣлать шаги впередъ во всѣхъ областяхъ человѣческой дѣятельности. Геодезическая наука позволяетъ опредѣлять уровень каждой точки земного шара; такъ и мы хотимъ установить нашъ трудъ на нѣкоторой высотѣ человѣческаго достоинства и твердо рѣшили не спускаться уже съ нея; мы не будемъ поддаваться склонности къ пониженію, наблюдаемой иногда наукой на земномъ шарѣ, но хотимъ всегда стремиться выше, и при томъ не уклоняясь отъ вертикальной линіи.

Такъ какъ призваніе мое состоитъ въ томъ, чтобы руководить умственной работой націи и заботиться о ея нравственныхъ интересахъ, я могу взять на себя ручательство за это растущее стремленіе, живущее въ душѣ венгерскаго народа, и я требую для него еще большаго участія въ бурно стремящейся впередъ работѣ человѣчества. Появленіе ваше въ нашей средѣ означаетъ, что вы признаете справедливость нашихъ притязаній, и потому вашъ пріѣздъ является и радостнымъ, и почетнымъ для насъ.

Съ тѣмъ же увлеченіемъ, какое эта нація всегда проявляетъ, когда дѣло идетъ объ осуществленіи ея національной идеи, можетъ быть даже упорнѣе тѣхъ болѣе счастливыхъ націй, существованіе которыхъ не такъ полно борьбы, и съ такимъ же воодушевленіемъ какъ онѣ, воспринимаетъ венгерскій народъ плодотворныя тенденціи международныхъ движеній, которыя тѣснѣе сближаютъ народы между собой и соединяютъ ихъ силы въ интересахъ общаго прогресса.

Наука составляетъ одинъ изъ самыхъ могучихъ факторовъ въ развитіи этого многосторонняго соглашенія. Въ научныхъ занятіяхъ нѣтъ ничего, что могло бы вызвать международныя несогласія; поэтому каждый научный съѣздъ является въ то же время конгрессомъ мира; увеличивая число случаевъ духовнаго общенія, мы въ то же время завязываемъ узы братства между народами. Состоя уже много лѣтъ приверженцемъ идеи, на которую вначалѣ смотрѣли съ пренебреженіемъ, но которая въ настоящее время стоитъ въ ряду нравственныхъ мировыхъ факторовъ силы,—приверженцемъ идеи международной справедливости и правосудія,—я привѣтствую съ особымъ сочувствіемъ параллельную ей работу, которую преслѣдуетъ наука и въ которой я сегодня имѣю честь принимать участіе.

Тамъ-цѣлью является, по удачному выраженію знаменитаго Манчини, устраненіе насилія и требованіе господства права, здѣсь же лозунгъ: устраненіе тьмы и распространеніе свѣта. Въ основѣ своей смыслъ обоихъ этихъ идей одинъ и тотъ же. Будьте, поэтому, увѣрены, что мы съ радостью привѣтствуемъ васъ въ своемъ кругу и сдѣлаемъ все возможное, чтобы вы чувствовали себя на нашей родинѣ настолько же хорошо, насколько успѣшенъ будетъ могучій толчекъ впередъ, который вы дадите вашей наукѣ предстоящими вамъ здѣсь трудами. Теперь передаю слово его превосходительству, президенту академіи наукъ Альберту фонъ-Берцевичи“.

Рѣчь графа Аннони вызвала бурные аплодисменты и министръ сдѣлался предметомъ воодушевленныхъ овацій.

Затѣмъ президентъ венгерской академіи наукъ докторъ Альбертъ Берцевичи привѣтствовалъ членовъ съѣзда слѣдующей рѣчью:

„Господа! Привѣтствую васъ отъ имени венгерской академіи наукъ, которая счастлива, что можетъ предоставить въ ваше распоряженіе свое помѣщеніе для вашихъ научныхъ занятій.

„Дворецъ, въ которомъ мы находимся, выстроенъ былъ венгерскимъ народомъ, побуждаемымъ благороднымъ примѣромъ нѣсколькихъ воодушевленныхъ патриотовъ, исключительно общественнымъ путемъ, на общественныя средства, въ такое время, когда у насъ отнято было наше право конституціоннаго самоопредѣленія, когда наша свобода, наша національная жизнь были парализованы. Ужъ одно это можетъ вамъ служить доказательствомъ того, что венгерская нація обладаетъ интересомъ къ наукѣ и готовностью принести жертвы для нея.

„Наша академія радуется возможности придти въ соприкосновеніе съ тѣми выдающимися учеными, которые своими дружными и полными соревнованія трудами въ кругу почти всѣхъ просвѣщенныхъ націй, привели дѣло геодезическихъ изслѣдованій къ достойнымъ вниманія результатамъ. Мы впрочемъ не считаемъ это общеніе чѣмъ-то новымъ, а разсматриваемъ его, какъ возобновленіе и укрѣпленіе давно существовавшей духовной связи. Одинъ изъ нашихъ заслуженныхъ товарищей уже принималъ участіе въ нѣсколькихъ собраніяхъ междунаціональнаго геодезическаго союза въ качествѣ представителя Венгріи, и господа присутствующіе будутъ имѣть возможность во время хода своихъ нынѣшнихъ совѣщаній судить о тѣхъ результатахъ, которыхъ достигли наши ученые на пути разрѣшенія задачъ, входящихъ въ кругъ дѣятельности Союза.

„Какъ на дальнѣйшее очень пріятное и цѣнное обстоятельство въ нашихъ личныхъ сношеніяхъ, я хотѣлъ бы еще указать на тотъ фактъ, что мы удостоились привѣтствовать въ нашихъ рядахъ двухъ знаменитостей союза геодезистовъ, да и вообще всей современной математики, господъ Анри Пуанкаре и Жана Гастона Дарборакса; оба они состоятъ членами-экстернами нашей академіи и членами французской академіи наукъ, заслужившей такую славу своими изслѣдованіями земного шара; первый изъ нихъ—ей нынѣшній президентъ, а второй—пожизненный секретарь.

„Наша академія надѣялась еще тѣснѣе закрѣпить эту связь, впервые присудивъ г-ну Пуанкарре премію, учрежденную ею въ память стараго знаменитаго математика Вольфганга Больяни.

„Привѣтствую васъ, господа, и отъ души желаю, чтобы вы хорошо чувствовали себя подъ нашей кровлей, чтобы ваша дѣятельность на венгерской почвѣ, въ стѣнахъ венгерской академіи, достигла бы успѣшныхъ результатовъ для великаго, общаго и дорогого всѣмъ просвѣщеннымъ народамъ дѣла научнаго прогресса“.

Послѣ рѣчи г. Берцевичи, встрѣченной громкими рукоплесканіями, говорилъ генераль Бассо, президентъ международнаго геодезическаго союза, обратившійся къ предыдущимъ ораторамъ и членамъ съѣзда въ такихъ выраженіяхъ:

„Господинъ министр! Международный геодезическій союзъ весьма признателенъ венгерскому правительству за его приглашеніе собраться въ Будапештѣ для XV общаго съѣзда. Слова привѣтствія, съ которыми вы только-что обратились къ намъ, увеличиваютъ нашу благодарность. Мы очень тронуты вашимъ благосклоннымъ гостепрѣимствомъ, однако оно насъ не удивляетъ, такъ какъ мы знаемъ великодушныя чувства венгерскаго народа, его воодушевленіе либеральными идеями, его преклоненіе передъ всѣмъ, что касается науки. Блестящій городъ, въ которомъ вы насъ встрѣчаете, обладаетъ несравненными чарующими свойствами. Прежде всего эта величественная рѣка, эта богатая и разнообразная природа, эти прекрасныя памятники, любезность его жителей—все соединяется, чтобы сдѣлать этотъ городъ несравненнымъ мѣстопребываніемъ для насъ и чтобы оставить въ насъ неизгладимое воспоминаніе.

„Господинъ президентъ академіи! Принимая насъ въ этомъ дворцѣ, вы подчеркнули единство науки у всѣхъ народовъ. И въ самомъ дѣлѣ, наука не имѣетъ родины, она едина, она всемірна, она принадлежитъ всѣмъ! Нашъ союзъ служитъ тому доказательствомъ. Мы, пріѣхавшіе сюда со всѣхъ концовъ земного шара, собрались здѣсь, мы работаемъ сообща во всемъ мірѣ, вездѣ съ одинаковымъ рвеніемъ и съ одинаковой преданностью. Съ братскими чувствами привѣтствуемъ мы венгерскую академію и благодаримъ ее за ея поддержку.

„Дорогіе товарищи! Нашъ XV общій съѣздъ обозначить собою важный этапъ въ исторіи нашихъ собраній. Мы достигли перваго десятилѣтія конвенціи, дѣйствующей съ 1897 года. Мы собираемся возобновить эту конвенцію на дальнѣйшій десятилѣтній періодъ, не предпринимая никакихъ измѣненій въ ея уставѣ, такъ какъ всѣ заинтересованныя государства одобрили это предложеніе безъ всякихъ оговорокъ. Этотъ фактъ служитъ доказательствомъ нашей жизнеспособности, онъ означаетъ въ то-же время признаніе плодотворныхъ результатовъ, которыхъ наше учрежденіе уже достигло на пользу науки и вмѣстѣ съ тѣмъ надежды на то, что эти результаты сдѣлаются еще важнѣе по мѣрѣ нашихъ дальнѣйшихъ трудовъ. Мы не обманемъ оказываемаго намъ довѣрія. Ручательствомъ въ томъ являются представляемые нами работы, а также тѣ, которыя мы предпринимаемъ и которыя теперь ведемъ при имѣющихся въ нашемъ распоряженіи средствахъ.

„Самая исторія этихъ послѣднихъ десяти лѣтъ—не является ли она рельефнымъ подтвержденіемъ плодотворности нашихъ усилій?

Геодезическія изслѣдованія были предприняты въ теченіе этого періода и на Шпицбергенѣ, и на экваторѣ, въ Южной Африкѣ, и въ Америкѣ. Непрерывно производилось изученіе силы тяжести, отклоненія отвѣсныхъ линій, точныя нивелировки. Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть задачу, требующую особенной тонкости изученія—задачу объ измѣненіи географической широты, за которую мы настойчиво принялись и къ разрѣшенію которой мы надѣемся придти въ теченіе нѣсколькихъ, немногихъ лѣтъ.

„Мы имѣемъ право гордиться уже законченными трудами и теперь намъ остается слѣдовать по проложенной уже дорогѣ, чтобы достигнуть новыхъ заслугъ на пользу науки.

„Господа! Только что открытая сессія ставитъ передъ нами вопросы величайшаго интереса. Тѣ работы, которыя снова подлежатъ нашему разсмотрѣнію, очень трудны, съ другой стороны международный союзъ академій проситъ насъ высказать наше мнѣніе относительно задачи о сейсмическихъ явленіяхъ. Мы, слѣдовательно, имѣемъ передъ собою содержательную программу. Примемся же за дѣло съ рѣшимостью работать. Объявляю XV

общій съѣздъ международнаго геодезическаго союза открытымъ“.  
(Оживленныя одобренія).

Послѣ перерыва на четверть часа, во время котораго профессоръ политехникума Бодола представлялъ министру народнаго просвѣщенія, графу Альбергу Аппоньи, нѣкоторыхъ членовъ конгресса, и послѣ того какъ министръ дружески бесѣдовалъ съ членами съѣзда и съ дамами, въ большомъ количествѣ присутствовавшими на съѣздѣ, предсѣдатель съѣзда, генераль Бассо, предоставилъ слово постоянному представителю Венгрии въ союзѣ, профессору политехникума Бодола; этотъ послѣдній сообщилъ съѣзду, что въ 8 часовъ этого же дня делегаты, а также гости конгресса, будутъ приняты Эрцгерцогомъ Юсифомъ, замѣщающимъ Его Величество; кромѣ того, члены бюро и постоянной комиссiи приглашены въ 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ на обѣдъ къ министру-президенту д-ру Александру Веверле.

Затѣмъ постоянный секретарь Ванъ Баххуйзенъ (изъ Лейдена) прочелъ докладъ секретаріата, въ началѣ котораго онъ въ теплыхъ словахъ упомянулъ о скончавшихся въ послѣдніе годы членахъ союза: Нагеля, фонъ-Орффа, фонъ-Рихтгофена, Карлинскаго, Престона и Линдхагена.

По предложенію предсѣдателя, съѣздъ выразилъ свою благодарность секретарю за его дѣятельность, въ особенности за составленіе доклада.

Послѣ этого, директоръ центрального бюро союза профессоръ Гельмертъ (изъ Берлина) прочелъ докладъ центрального бюро и представилъ отчетъ объ управленіи основнымъ капиталомъ съ 1903 до 1905 года. Онъ упомянулъ, что профессоръ Альбрехтъ сдѣлаетъ докладъ о международныхъ работахъ по измѣненіямъ широты. Для разсмотрѣнія предложеній, содержащихся въ этомъ докладѣ, слѣдуетъ выбрать особый комитетъ. Затѣмъ профессоръ Гельмертъ обратилъ особое вниманіе на измѣренія силы тяжести посредствомъ маятника, предпринятія на новыхъ пунктахъ земли профессоромъ Геккеромъ, который присутствуетъ на съѣздѣ и самъ сдѣлаетъ сообщеніе по поводу этихъ работъ. Пока же ораторъ можетъ только сообщить, что достигнутые при этомъ результаты превзошли всѣ ожиданія въ томъ, что касается точности. Въ зак-

люченіе онъ упоминаетъ также о дѣятельности, проявленной профессоромъ Боррассомъ въ области относительныхъ опредѣленій силы тяжести посредствомъ маятника.

Предсѣдатель благодаритъ профессора Гельмерта отъ имени съѣзда за представленный докладъ и предлагаетъ поручить повѣрку счетовъ комитету, составленному изъ г.г. Фёрстера (изъ Берлина), Пуанкарре (изъ Парижа), Дарвина (изъ Кэмбриджа) и Артамонова (изъ Петербурга). Предложеніе это принимается единогласно.

Затѣмъ слѣдуетъ докладъ профессора Альбрехта (изъ Потсдама) о постоянной международной службѣ по измѣреніямъ широты, цѣль которой состоитъ въ наблюденіи измѣненій высоты полюса. Въ сѣверномъ полушаріи эта служба организована уже семь лѣтъ тому назадъ, а въ теченіе послѣднихъ двухъ лѣтъ она также начата въ южномъ полушаріи, въ Австраліи и въ Южной Америкѣ; въ скоромъ времени въ этой службѣ приметъ участіе и станція Іоганнесбургъ. Въ заключеніе сообщенія, встрѣтившаго прямое одобреніе, докладчикъ высказалъ свои предположенія, для разсмотрѣнія которыхъ избранъ былъ комитетъ, состоящій изъ г.г. Гельмерта (изъ Берлина), Альберта (изъ Потсдама), Кимуры (изъ Токио), Пуанкарре (изъ Парижа), Дарвина (изъ Кэмбриджа), Ванъ-Баххуйзена (изъ Лейдена), Готье (изъ Парижа) и Титтмана (изъ Нью-Йорка).

Далѣе установленъ былъ порядокъ дня второго засѣданія, назначеннаго на 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ слѣдующаго утра. Третье засѣданіе назначено на понедѣльникъ, четвертое — на среду и пятое — на пятницу. Время шестого засѣданія, которое предполагалось созвать въ случаѣ надобности въ четвергъ или пятницу, рѣшено было назначить послѣ.

Всѣ доклады были напечатаны и раздавались членамъ съѣзда. Передъ закрытіемъ засѣданія секретарь Ванъ Баххуйзенъ сообщилъ, что генераль Штернекъ (изъ Вѣны) выражаетъ телеграммой извиненія по поводу своего отсутствія.

Затѣмъ засѣданіе было закрыто.

Второе общее засѣданіе международнаго геодезическаго съѣзда, 21 сентября 1906 г., посвящено было исключительно выполненію научной программы.

Предсѣдатель геодезическаго союза генераль Бассо открылъ засѣданіе въ 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ. Протоколъ составлялъ д-ръ Фашингъ.

Протоколъ предыдущаго засѣданія, доложенный секретаремъ союза Бакхуйзеномъ, былъ утвержденъ безъ возраженій.

Г. Буржуа излагаетъ докладъ объ измѣреніяхъ земныхъ базисовъ въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ и обращаетъ особенное вниманіе на измѣренія базисовъ въ Россіи и въ Перу, гдѣ они производились при помощи проволокъ изъ инвара. Измѣренія показали, что при этой системѣ достигается точность, равная самое большее 1:100 000.

Предсѣдатель Бассо принимаетъ въ свѣдѣнію докладъ Буржуа, замѣчая однако, что большія надежды, возлагавшіяся на способъ измѣреній посредствомъ проволокъ, можетъ быть еще оправдаются послѣ болѣе продолжительнаго изученія.

Г. Лалеманъ (изъ Парижа), стоящій во главѣ французскихъ работъ по нивелированію, докладываетъ о нивелировкахъ, принятыхъ на континентѣ, длина которыхъ увеличилась на 23.000 километровъ въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ и уже достигла общей длины въ 200.000 километровъ. Описывая употреблявшіеся при этомъ инструменты, онъ упомянулъ о большой тщательности, съ которою производится сравненіе реекъ, употребляемыхъ для нивелировокъ. Докладчикъ обратилъ особое вниманіе слушателей на важныя работы по нивелированію, которыя производятся въ Соединенныхъ Штатахъ и соединяютъ Атлантическій океанъ съ Тихимъ. Въ результатѣ измѣреній разница между уровнями обоихъ океановъ оказалась равной 19 сантиметрамъ, такъ что въ настоящее время мы знаемъ уже достоверно, что эти два океана образуютъ одну общую поверхность.

Надворный совѣтникъ профессоръ Альбрехтъ (изъ Потсдама) заявляетъ, что онъ не можетъ опубликовать своей обширной и рѣшающей работы объ измѣненіяхъ широтъ и азимутовъ раньше 1909 года.

Профессоръ Бёрншъ (изъ Потсдама) дѣлаетъ докладъ объ отклоненіяхъ отвѣса. Самой интересной частью его доклада является изложеніе того, какимъ образомъ удалось вывести изъ сѣти триугольниковъ Германіи и Даніи эллипсоидъ, болѣе близкій къ

истинѣ, чѣмъ эллипсоидъ Бесселя. Большой интересъ представляла также та часть доклада г. Бёрша, въ которой излагались результаты измѣреній, предпринятыхъ имъ у подножія Гималайскихъ горъ. Маятники показывали отклоненіе въ 27 секундъ, что можно приписать вліянію массива Гималайскихъ горъ. Менѣе ясны причины значительныхъ отклоненій въ Алжирѣ. Относительно измѣреній отклоненій въ Сѣверной Америкѣ, составляющихъ въ нѣкоторомъ отношеніи новую эпоху, будетъ сдѣланъ докладъ конгрессу присутствующимъ здѣсь профессоромъ Хэйфордомъ (изъ Нью-Йорка).

Профессоръ Боррасъ (изъ Потсдама) докладываетъ о результатахъ 300 новыхъ относительныхъ измѣреній силы тяжести. Онъ считаетъ себя обязаннымъ выразить публично благодарность генералу Штернеку за гениальное устройство его портативнаго маятника, благодаря которому стало возможнымъ въ короткое время произвести измѣренія силы тяжести въ 2.000 пунктахъ. Далѣе, онъ обращаетъ особое вниманіе на измѣренія силы тяжести, предпринятія въ Пальмирѣ; полученные тамъ большія отклоненія даютъ матеріалъ для важныхъ геологическихъ заключеній относительно внутренняго распредѣленія массъ. Онъ упоминаетъ также, что Потсдамскій институтъ устроилъ приспособленія для маятника, позволяющее дѣлать весьма точныя опредѣленія.

Директоръ Гельмертъ (изъ Потсдама) читаетъ свой докладъ о Потсдамскихъ абсолютныхъ измѣреніяхъ силы тяжести. Особой важности интересъ представила та часть доклада, въ которой онъ говорилъ о никому неизвѣстномъ до тѣхъ поръ вліяніи гнущія маятника на точность измѣреній и въ доказательство этого докладчикъ приводилъ цифровыя данныя.

Предсѣдатель выражаетъ директору Гельмерту особую благодарность съѣзда за его составляющій эпоху докладъ, который былъ повторенъ секретаремъ Баехуйзеномъ на французскомъ языкѣ.

Вслѣдъ затѣмъ съѣздъ съ большимъ интересомъ выслушалъ отчетъ англійскаго делегата Дарвина о триангуляціонныхъ измѣреніяхъ и измѣреніяхъ силы тяжести, предпринятыхъ въ Австраліи и Родезіи, благодаря щедрости двухъ англійскихъ обществъ,

воодушевленныхъ интересомъ къ наукѣ, которыя истратили милліоны для этой цѣли. Съѣздъ съ сожалѣніемъ принялъ къ свѣдѣнію извѣстіе, что знаменитый Капштадтскій астрономъ Давидъ Гилль, инициаторъ большихъ измѣреній въ Африкѣ, покидаетъ свой постъ.

Въ связи съ докладомъ г. Дарвина, директоръ Гельмертъ дѣлаетъ сообщеніе о положеніи измѣреній, производящихся въ настоящее время на 30-мъ меридіанѣ, въ германскихъ колоніяхъ восточной Африки, расходы на которыя, доходящіе до милліона марокъ, будутъ безъ сомнѣнія вотированы германскимъ рейхстагомъ. Докладчикъ съ похвалою отзывается о нивелирномъ инструментѣ, въ родѣ катетометра, берлинскаго надворнаго совѣтника Фоглера. Приборъ этотъ отличается замѣчательной точностью и при помощи него были предприняты нивелировки въ окрестностяхъ Берлина. Измѣренія эти доказали, что нивелированія не могутъ дать указаній объ измѣненіяхъ уровенной поверхности. Встрѣчающіяся ошибки должны быть отнесены къ преломленію свѣта и къ подвижности земныхъ массъ. Очень поучительныя заключенія относительно подвижности земныхъ массъ можно вывести изъ наблюденій, произведенныхъ въ Потсдамской международной геодезической станціи, посредствомъ горизонтальнаго маятника, установленнаго въ Потсдамѣ, на глубинѣ 25 метровъ. Весьма доказательнымъ является то, что колебаніе отвѣсной линіи въ направленіи земной поверхности составляетъ на этой глубинѣ одну десятую колебаній, наблюдаемыхъ на земной поверхности.

Важнѣйшимъ докладомъ второго засѣданія съѣзда былъ безъ сомнѣнія докладъ профессора Альбрехта (изъ Потсдама), сдѣлавшаго сообщеніе о примѣнимости беспроволочнаго телеграфа къ опредѣленіямъ географическихъ долготъ. Многочисленные опыты, произведенные профессоромъ Альбрехтомъ въ окрестностяхъ Нейена и Потсдама, на разстояніяхъ отъ 32 до 180 километровъ доказали несомнѣннымъ образомъ, что даже при неблагоприятныхъ условіяхъ беспроволочный телеграфъ можетъ замѣнять проволоочный телеграфъ, такъ какъ разница, наблюдавшаяся между временами приема по обѣимъ системамъ не превышала тысяч-

ныхъ долей секунды. Это изслѣдованіе профессора Альбрехта открываетъ грандіозную перспективу будущаго, когда сдѣлается возможнымъ опредѣлять географическую долготу любого числа пунктовъ какой нибудь страны съ точностью до 0.02 секунды.

Предсѣдатель выражаетъ профессору Альбрехту благодарность съѣзда.

Въ порядокъ дня слѣдующаго засѣданія, которое будетъ происходить въ понедѣльникъ въ 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ, входятъ доклады барона Роланда Этвѣша (Eötvös) (изъ Будапешта), Геккера (изъ Берлина) и Хейфорда (изъ Вашингтона).

Члены съѣзда съ большимъ интересомъ ожидаютъ пріѣзда г-на Гильома, который сдѣлаетъ сообщеніе о своихъ опытахъ съ проволоками изъ инвара, т. е. съ проволоками, не поддающимися вліянію температуры.

Въ воскресенье члены съѣзда вмѣстѣ съ дамами предпринимаютъ поѣздку въ Оффенскія горы (Швеббенбергъ).

**Третье засѣданіе** международнаго геодезическаго союза происходило въ понедѣльникъ 24 сентября; событіемъ дня былъ докладъ профессора университета, барона Роланда Этвѣша. Члены съѣзда собрались къ 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часамъ въ залъ засѣданій академіи наукъ.

Предсѣдатель объявляетъ засѣданіе открытымъ и послѣ утвержденія протокола предъидущаго засѣданія, даетъ слово профессору университета, барону Роланду Этвѣшу (изъ Будапешта).

Баронъ Этвѣшъ докладываетъ объ устроенныхъ имъ крутильныхъ вѣсахъ (Torsionswaage) и о ихъ примѣненіи. Онъ примѣнялъ изобрѣтенные имъ крутильные вѣсы для измѣреній напряженія силы тяжести въ теченіе десяти лѣтъ. Въ послѣдніе же четыре года, благодаря щедрости Андора Шемшея, ему удалось усовершенствовать свою систему, что дало ему возможность предпринять въ теченіе этого короткаго времени измѣренія силы тяжести въ 300 пунктахъ и относительныя магнитныя наблюденія приблизительно въ 2.000 пунктахъ. Въ настоящее время онъ не можетъ еще ничего сообщить о цифровыхъ результатахъ этой обширной работы, такъ какъ не успѣлъ еще обработать громадныя полученныя матеріалы. Онъ, однако, изложить въ главныхъ чертахъ преимущества своей системы передъ употреблявшимися до сихъ

поръ способами и примѣненіе ея къ разрѣшенію такихъ задачъ, о которыхъ раньше нельзя было и думать. Задача крутильных вѣсовъ состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлять значеніе частныхъ дифференціальныхъ производныхъ потенциальной функціи, откуда можно дѣлать выводы относительно величины и направленія радіуса кривизны уровенной поверхности, если есть возможность произвести измѣренія вдоль двухъ параллельныхъ линій. Величины эти могутъ быть опредѣлены съ точностью до одной милліонной при благоприятныхъ условіяхъ, въ лабораторіи, и съ точностью до пяти милліонныхъ, если измѣренія произведены на открытомъ воздухѣ, ночью. Измѣренія, произведенныя имъ въ окрестностяхъ Ферзетца и на Фрушкагорскихъ горахъ, въ сотрудничествѣ съ докторомъ Пекаромъ и докторомъ Штейнеромъ, позволяютъ вывести поучительныя заключенія. Измѣренія на льду озера Платтенъ показали, что нельзя довѣрять измѣреніямъ силы тяжести, производимымъ безъ помощи маятника Штернека. Чувствительность крутильных вѣсовъ доказывается тѣмъ обстоятельствомъ, что въ лабораторіи удалось измѣрить отклоненіе уровенной поверхности всякаго шара со среднимъ радіусомъ съ точностью до одной стотысячной милліметра. Такія измѣренія на открытомъ воздухѣ будутъ вскорѣ предприняты, и баронъ Этвѣшъ выражаетъ полную увѣренность, что ему удастся такимъ образомъ начертить планы въ горизонталяхъ. Докладчикъ упоминаетъ о двухъ важныхъ вопросахъ, не поддававшихся разрѣшенію при помощи существовавшей до сихъ поръ системы маятниковъ, а именно: опредѣленіе мѣста тектоническихъ слоевъ и вычисленіе слагающихъ магнитной силы. Разсматриваемые вѣсы пригодны для первой задачи потому, что они несравненно чувствительнѣе маятника при указаніи вліянія подземныхъ массъ; для изученія же дѣйствія магнитныхъ силъ вѣсы эти болѣе удобны по той причинѣ, что они измѣряютъ слагающія силы тяжести, тогда какъ маятникъ измѣряетъ самую равнодѣйствующую силу, сила же магнетизма находится въ связи не съ равнодѣйствующей, а съ ея составляющими. Въ заключеніе своего доклада баронъ Этвѣшъ пригласилъ членовъ съѣзда отправиться въ субботу съ утреннимъ

поѣздомъ въ Арадъ для обозрѣнія измѣреній, предпринятыхъ имъ въ окрестностяхъ этого города.

Пуанкаре проситъ объясненій относительно измѣреній, произведенныхъ на озерѣ Платтенъ.

Г. Дарбу сообщаетъ объ измѣреніяхъ, произведенныхъ Бриллюэномъ, при помощи крутильных вѣсовъ Этвѣша. Онъ выражаетъ надежду, что въ будущемъ система эта войдетъ во всеобщее употребленіе и не можетъ достаточно выразить благодарности барону Этвѣшу за его труды.

Предсѣдатель тоже благодаритъ барона Этвѣша отъ имени съѣзда за его полный научнаго интереса докладъ и прерываетъ засѣданіе на четверть часа.

Послѣ перерыва директоръ Фѣрстеръ (изъ Берлина) сообщаетъ, что адъютантъ-директоръ международной палаты мѣръ въ Парижѣ, г-нъ Гильомъ, прибудетъ въ среду, чтобы сдѣлать свой докладъ объ измѣреніяхъ при помощи проволоки изъ инвара.

Затѣмъ, въ виду накопленія матеріала, по предложенію предсѣдателя принимается рѣшеніе назначить во вторникъ, въ 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ утра, еще одно засѣданіе, кромѣ предположенныхъ первоначально.

Вслѣдъ затѣмъ присутствовавшіе ученые съ живымъ интересомъ выслушали докладъ Потсдамскаго профессора Геккера, производившаго въ теченіе двухъ лѣтъ измѣренія силы тяжести при помощи пяти усовершенствованныхъ имъ барометровъ и шести термометровъ, показывающихъ точку кипѣнія воды, между Сиднеемъ и Санъ-Франциско, а также между Санъ-Франциско и Юбагамою по порученію центрального бюро международного геодезическаго союза. Докладчикъ сообщилъ приблизительно о 300 такихъ измѣреніяхъ, произведенныхъ на кораблѣ. Онъ съ удовольствіемъ констатируетъ, что примѣненный методъ далъ точность до  $\frac{25}{100000}$  т. е. почти равняется по точности измѣреніямъ при помощи маятника. Результатъ этихъ измѣреній обнаружилъ, что измѣненія напряженія силы тяжести на Тихомъ океанѣ слѣдуютъ закону, выраженному формулой Гельмерта, выведенной въ 1901 году теоретическимъ путемъ. Въ заключеніе своего доклада профессоръ Геккеръ подробно разсматриваетъ вліяніе, оказываемое на напряженіе силы тяжести большими морскими глубинами.

Предсѣдатель выражаетъ докладчику благодарность за сообщеніе его чрезвычайно важныхъ наблюденій.

Съѣздъ затѣмъ рѣшаетъ отложить на завтрашнее утреннее засѣданіе докладъ Нью-Йоркскаго астронома Хейфорда, предполагавшійся на настоящее засѣданіе.

Г-нъ Готье сообщаетъ свой отчетъ объ измѣреніяхъ силы тяжести, произведенныхъ въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ въ Швейцаріи, въ долину Роны и въ массивахъ Монблана и Монроза. Онъ упоминаетъ при этомъ объ измѣреніяхъ силы тяжести, сдѣланныхъ въ Симплонскомъ туннелѣ по методу Этвѣша, равно какъ объ астрономическихъ нивелировкахъ, произведенныхъ на меридіанѣ Готарда, при помощи новыхъ инструментовъ Дрианкура. Опредѣленія длины туннеля посредствомъ проволоки изъ инвара, сдѣланныя въ Симплонскомъ туннелѣ, дали точность до одной милліонной и, благодаря усиліямъ г.г. Гильома и Роземунда, могли быть закончены въ теченіе 104 часовъ на протяженіи сорока километровъ, считая измѣренія какъ въ ту, такъ и въ другую сторону.

Г-нъ Буржуа проситъ болѣе точныхъ объясненій по поводу способа, примѣненнаго въ этомъ случаѣ, и г. Готье съ готовностью даетъ ихъ.

Предсѣдатель благодаритъ г. Готье за его интересныя сообщенія и засѣданіе закрывается. Слѣдующее засѣданіе будетъ происходить завтра утромъ, въ 9<sup>1/2</sup> часовъ.

Въ воскресенье утромъ члены съѣзда совершили поѣздку на Швабенбергъ. Экскурсіей, въ которой приняли участіе многія дамы, руководили профессоръ политехникума Людвигъ Бодола и его супруга. Экскурсанты выражали свое восхищеніе великолѣпной картинѣ, открывающейся съ Швабенберга. Днемъ члены съѣзда посѣтили скачки.

Четвертое засѣданіе геодезическаго съѣзда открыто было предсѣдателемъ, генераломъ Бассо, во вторникъ 25 сентября, въ 9 часовъ утра.

Послѣ утвержденія протокола предъидущаго засѣданія, прочитаннаго секретаремъ Ванъ-Бавхуйzenомъ, выдающійся ученый Хейфордъ, инспекторъ геодезическихъ работъ въ Вашингтонѣ,

сдѣлалъ докладъ объ изслѣдованіяхъ, касающихся формы и величины земного шара, предпринятыхъ подъ руководствомъ директора управленія береговыхъ геодезическихъ съемокъ Титмана и основанныхъ на отклоненіяхъ отвѣса, наблюденныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ. При этомъ вычислено было вліяніе притяженія рельефа земной поверхности на отвѣсную линію въ каждомъ основномъ тригонометрическомъ пунктѣ, именно для 496 такихъ пунктовъ. На основаніи различныхъ соображеній, вычисленіе этихъ вліяній было распространено до разстоянія въ 4.126 километровъ отъ cadaго пункта.

Благодаря особому графическому способу вычисленія, изобрѣтенному самимъ Хейфордомъ, оказалось возможнымъ преодолѣть въ сравнительно короткое время громадную работу, которая потребовалась для этихъ вычисленій. Условныя уравненія, посредствомъ которыхъ опредѣлялся соответствующій поверхности Соединенныхъ Штатовъ искомый эллипсоидъ, рассматриваютъ тригонометрическую сѣть Соединенныхъ Штатовъ какъ одно цѣлое, въ противоположность общепринятому способу вычисленія дугъ меридіановъ и параллелей. Главнымъ результатомъ является доказательство того, что результаты наблюденій могутъ быть удовлетворены только принявъ предположеніе объ изостатическомъ состояніи земли, и также что опредѣленное пока съ первымъ приближеніемъ численное значеніе глубины, на которой имѣетъ мѣсто изостатическое равновѣсіе. Особенно важнымъ является то, что полученные американскіе размѣры земного эллипсоида прекрасно сходятся размѣрами, полученными Кларкомъ и Гельмертомъ для величины и сжатія земного эллипсоида изъ другихъ, давно извѣстныхъ измѣреній.

Г. Пуанкаре обращается къ референту съ рядомъ вопросовъ, на которые г. Хейфордъ даетъ объясненія.

Гельмертъ выражаетъ свое удивленіе по поводу громадной работы, произведенной Хейфордомъ; онъ, однако, указываетъ на противорѣчія изостатической гипотезы, поразительнымъ примѣромъ которыхъ служатъ отклоненія отвѣсныхъ линій, наблюденныя по случаю землетрясенія въ Санъ-Франциско. Докладчикъ рекомендуетъ болѣе частыя измѣренія силы тяжести.

Предсѣдатель выражаетъ Хейфорду благодарность всего съѣзда.

Послѣ перерыва въ пятнадцать минутъ слѣдуютъ доклады отдѣльныхъ делегатовъ о дѣятельности комиссій по измѣренію земного шара въ представляемыхъ ими странахъ. Докладываютъ: профессоръ Гайдъ объ измѣреніяхъ въ Баденѣ, профессоръ Беккеръ объ измѣреніяхъ силы тяжести въ Эльзасѣ-Лотарингіи, профессоръ Шмидтъ о работахъ въ Баваріи подполковникъ Бертрамъ о прусскихъ измѣреніяхъ. Интересною чертою этихъ послѣднихъ являются результаты базисныхъ измѣреній при помощи проволокъ изъ инвара въ окрестностяхъ Гумбиннена.

Профессоръ Порро (изъ Аргентины) сообщаетъ, что, начиная съ будущаго года, Аргентинская республика тоже приметъ участіе въ работахъ по измѣренію широты.

Полковникъ Лерль (изъ Вѣны) извиняется отъ имени генераль-маіора Штернека за его отсутствіе и передаетъ его докладъ о дѣятельности Вѣнскаго военно-топографическаго института въ теченіе времени съ 1902 по 1905 г., важнѣйшую часть которой составляютъ законченныя въ Крайнѣ работы по опредѣленію уровня поверхности и нивелировки, предпринятыя въ Босніи и Далмаціи. Интересное изслѣдованіе прежнихъ лѣтъ показываетъ, что принимавшаяся до сихъ поръ средняя высота морскаго уровня Адриатическаго моря представляетъ ошибку въ одинъ дециметръ.

Въ заключеніе докладчикъ объясняетъ отъ имени генераль-маіора Штернека, что хотя онъ и вышелъ въ отставку, однако и въ будущемъ ему поручено быть докладчикомъ на конференціяхъ.

Профессоръ Вейсъ (изъ Вѣны) даетъ отчетъ объ измѣреніяхъ широты, произведенныхъ австрійской комиссіей по градуснымъ измѣреніямъ между Вѣной и Полой.

Генераль Захарія (изъ Копенгагена) вызываетъ живѣйшій интересъ всего съѣзда своимъ сообщеніемъ, что астрономическія опредѣленія уже вполнѣ закончены для всѣхъ первоклассныхъ пунктовъ геодезическихъ измѣреній въ Даніи. Особенно интересной частью доклада генерала Захарія было изложеніе его наблюдений надъ тѣмъ, насколько полезной оказалась дѣятельность постоянныхъ центральныхъ станцій при измѣреніяхъ посредствомъ маятниковъ.

Профессоръ Тильманъ (изъ Нью-Йорка) касается въ своемъ докладѣ измѣреній силы тяжести на Аляскѣ и, что возбуждаетъ особенный интересъ съѣзда, триангуляцій, производящихся въ настоящее время въ области происшедшаго въ Санъ-Франциско землетрясенія. Для этой цѣли была назначена особая комиссія по землетрясеніямъ, которая изслѣдовала мѣсто землетрясенія и донесла, что, повидимому, произошли горизонтальныя сдвигенія земной поверхности на пространствѣ приблизительно 500 километровъ.

Гвоздемъ сегодняшняго засѣданія явился докладъ президента французской академіи наукъ Пуанкаре о геодезическихъ работахъ въ гигантскихъ размѣрахъ, предпринятыхъ французской республикой въ государствахъ Эквадоръ и Перу; обработанные результаты ихъ однако могутъ быть закончены только къ слѣдующему съѣзду и послужать, можно надѣяться, для разрѣшенія важныхъ научныхъ вопросовъ.

Предсѣдатель, генераль Бассо проситъ членовъ съѣзда забыть на минуту, что онъ французъ. Какъ сотруднику въ дѣлѣ науки, да будетъ ему позволено отмѣтить большую важность этой работы, произведенной французской республикой въ интересахъ науки цѣною громаднхъ жертвъ. Затѣмъ онъ приглашаетъ членовъ съѣзда почтить вставаніемъ память многочисленныхъ мучениковъ этого великаго предпріятія (предложеніе исполняется).

Затѣмъ г.г. Буржуа и Лаллеманъ докладываютъ о геодезическихъ работахъ, произведенныхъ въ предѣлахъ Франціи. Последніе три доклада показываютъ, что изъ всѣхъ націй французская проявляетъ въ настоящее время наиболѣе интенсивную дѣятельность въ разрѣшеніи геодезическихъ задачъ.

Вслѣдъ затѣмъ, предсѣдатель объявляетъ засѣданіе закрытымъ.

Въ пятюмъ общемъ засѣданіи международнаго геодезическаго съѣзда въ среду, 26 сентября, послѣ утвержденія предыдущаго протокола, прочитаннаго постояннымъ секретаремъ Ванъ-Бакхуйзеномъ, предсѣдатель сообщилъ, что члены конференціи приглашены посѣтить въ 3 часа этого же дня музей искусствъ и промышленности. Передъ этимъ, въ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часа, произойдетъ засѣданіе финансовой комиссіи въ „Hôtel Hungaria“.

Послѣ этого продолжалось чтеніе докладовъ отдѣльныхъ государствъ объ измѣреніяхъ, произведенныхъ въ ихъ предѣлахъ.

Анжель Галарца-и-Видалъ читаетъ свой докладъ объ измѣреніяхъ высоты полюса и измѣреніяхъ посредствомъ маятниковъ, произведенныхъ въ Испаніи, а также объ исполненныхъ въ широкихъ размѣрахъ нивелировкахъ.

Вслѣдъ затѣмъ, члены съѣзда съ живымъ интересомъ выслушиваютъ докладъ генерала Крема объ обширныхъ геодезическихъ работахъ, произведенныхъ подъ его руководствомъ итальянскимъ военно-географическимъ институтомъ, и о научной дѣятельности, проявленной при этомъ выдающимися геодезистами Италіи Гуардуччи, Джаданца и Челорія. Докладчикъ представляетъ при этомъ, для раздачи членамъ, объемистый печатный отчетъ объ упомянутыхъ работахъ.

Японскій генераль Тасака съ сожалѣніемъ констатируетъ, что, вслѣдствіе недавней войны, Японія не была въ состояніи принимать большого участія въ международныхъ геодезическихъ работахъ. Главной работой Японіи въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ было измѣреніе средней высоты морского уровня, производившееся очень интенсивно; число морскихъ наблюдательныхъ станцій будетъ увеличено въ ближайшемъ будущемъ. Что касается недавно предпринятыхъ въ Маньчжуріи измѣреній, то докладъ о нихъ будетъ представленъ референтомъ слѣдующему съѣзду.

Делегатъ Венгріи, профессоръ Будапештскаго политехникума, д-ръ Бодола, замѣчаетъ, что дѣятельность, проявленная въ области геодезіи Венгріей, ограничивается, главнымъ образомъ, измѣреніями, произведенными въ Венгріи императорскимъ королевскимъ военно-географическимъ институтомъ, и затрагивающими многія области измѣреніями посредствомъ маятника, произведенными барономъ Роландомъ Этвѣшемъ; эти послѣднія уже извѣстны съѣзду изъ доклада барона Этвѣша.

Профессоръ Ангуяно читаетъ отчетъ объ обширныхъ триангуляціяхъ въ Мексикѣ; особый интересъ ихъ состоитъ въ томъ, что онѣ являются связующимъ звеномъ между триангуляціонными работами, предпринятыми въ Американскихъ Соединенныхъ Шта-

тахъ и такими же работами въ государствахъ Эквадорѣ и Перу; такимъ образомъ въ ближайшемъ будущемъ для опредѣленія формы геоида можно будетъ располагать данными для большей части Америки, соединенными въ одну однородную триангуляціонную сѣть. Докладчикъ выражаетъ благодарность лейденскому астроному, секретарю конференціи Ванъ-Бакхуйзену, за большое содѣйствіе, оказанное имъ въ этихъ работахъ.

Предсѣдатель Бассо заявляетъ, что съѣздъ съ удовольствіемъ ознакомился съ работами, произведенными въ Мексикѣ и съ интересомъ будетъ ожидать ихъ результатовъ; въ заключеніе благодарить докладчика отъ имени съѣзда.

Профессоръ Шліецъ сообщаетъ объ измѣреніяхъ въ Норвегіи, заключающихся въ береговыхъ нивелировкахъ.

Профессоръ Хенвелингъ изъ Дельфта дѣлаетъ интересный докладъ о триангуляціонныхъ работахъ въ Голландіи.

Маіоръ Мюллеръ докладываетъ о триангуляціяхъ на островѣ Суматрѣ, пріостановленныхъ въ послѣднее время.

Генераль Братіано сообщаетъ свой докладъ объ измѣрительныхъ работахъ, начатыхъ въ Румыніи. Венгерскіе члены съѣзда не безъ неудовольствія замѣтили, что на представленной при этомъ картѣ западная граница Румыніи была обозначена „какъ Трансильванія“, и что базисъ Брассо названъ тамъ какъ *basis austriaca*. Генераль Братіано, которому это было поставлено на видъ въ частномъ разговорѣ, обѣщаль ввести соотвѣтствующую поправку.

Послѣ перерыва въ четверть часа, генераль Артамоновъ сдѣлалъ сообщеніе о триангуляціяхъ, произведенныхъ въ Европейской Россіи и въ Туркестанѣ, объ измѣреніяхъ базисовъ при помощи проволокъ изъ инвара, о нивелировкахъ, предпринятыхъ въ гигантскихъ размѣрахъ въ Сибири, которыя будутъ доведены до Японскаго моря; членамъ съѣзда при этомъ были представлены многочисленные интересные фотографическіе снимки, относящіеся къ упомянутымъ работамъ <sup>1)</sup>.

Предсѣдатель Бассо благодаритъ референта за его интересный докладъ, изъ котораго видно, что Россія, не смотря на свое, въ

<sup>1)</sup> Подлинный докладъ о работахъ въ Россіи помѣщенъ въ концѣ этого отчета.

последнее время, затруднительное положеніе, принимаетъ живое участіе въ разрѣшеніи геодезическихъ вопросовъ.

Директоръ Пулковской обсерваторіи, тайный совѣтникъ д-ръ О. А. Баклундъ дѣлаетъ докладъ объ интересныхъ измѣреніяхъ, предпринятыхъ на Шпипбергенѣ, а также о большой триангуляціонной сѣти, которая составитъ цѣнное дополненіе къ сѣти европейскаго континента.

Сѣздъ съ особеннымъ интересомъ выслушалъ, что базисъ этихъ триангуляцій измѣрялся исключительно посредствомъ проволокъ изъ инвара, вслѣдствіе чего достигнуты были весьма точные результаты. Докладчикъ представляетъ при этомъ печатный трудъ объ указанныхъ измѣреніяхъ, состоящій изъ пяти томовъ.

Со стороны Португаліи предсѣдатель представилъ письменный отчетъ генерала д'Авила.

Представители Греціи и Сербіи на конференціи не присутствовали.

Затѣмъ г. Дріанеуръ (изъ Парижа) дѣлаетъ пространный докладъ о приборѣ его собственнаго изобрѣтенія для опредѣленія времени и географическаго положенія; этотъ приборъ примѣнялся при многочисленныхъ измѣреніяхъ чиновниками французскаго географическаго бюро и Парижскаго бюро долготъ; о результатахъ этихъ измѣреній докладчикъ сообщаетъ интересныя данныя.

Г. Дріанеуръ продолжаетъ свой докладъ въ слѣдующемъ засѣданіи, назначенномъ на завтра въ 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часовъ утра. Въ порядокъ этого засѣданія входитъ, кромѣ того, докладъ Гильома (изъ Парижа) о его многочисленныхъ изслѣдованіяхъ надъ проволоками изъ инвара и сообщеніе профессора Розена о геодезическихъ измѣреніяхъ въ Швеціи. Въ пятницу предстоитъ заключительное засѣданіе сѣзда.

Сегодня въ 3 часа представители Италіи, Аргентины и Испаніи подъ руководствомъ инспектора центральнаго бюро измѣреній Андора Антальяфи и докладчика отдѣла, доктора Антона Фашинга, посѣтили венгерскую государственную типографію для изученія примѣняемаго тамъ способа репродукцій

кадастровыхъ плановъ съ аллюминіевыхъ клише безъ помощи фотографіи. Въ государственной типографіи давалъ необходимыя разъясненія директоръ венгерскаго триангуляціоннаго бюро Викторъ Добровичъ.

Заключительное засѣданіе международнаго геодезическаго съѣзда открылось въ пятницу, 28 сентября, въ 9<sup>1/2</sup> часовъ утра подъ предсѣдательствомъ генерала Бассо.

Послѣ утвержденія протокола вчерашняго засѣданія, прочитаннаго постояннымъ секретаремъ Ванъ-Бакхуйзенемъ, сэръ Джорджъ Дарвинъ (изъ Кэмбриджа) и Лаллеманъ (изъ Парижа) представляютъ свои доклады по тѣмъ вопросамъ, которые поставлены были геодезической конференціи международнымъ союзомъ академій наукъ по поводу происшедшихъ въ послѣднее время землетрясеній. Докладъ сэра Джорджа Дарвина обращаетъ на себя особенное вниманіе тѣмъ, что онъ является признаніемъ крупнаго успѣха выдающагося венгерскаго ученаго, именно барона Этвѣша. Съѣздъ единогласно принимаетъ предложеніе Дарвина поставить союзъ академій въ извѣстность о томъ, что въ настоящее время крутильныя вѣсы, изобрѣтенныя барономъ Роландомъ Этвѣшомъ, являются повидимому единственнымъ пригоднымъ средствомъ для дальнѣйшаго изученія этого вопроса; слѣдуетъ просить венгерское правительство, чтобы оно соотвѣтствующей поддержкой дало возможность барону Этвѣшу интенсивно продолжать свои изслѣдованія.

Затѣмъ разсматривался вопросъ о выборѣ мѣста, гдѣ соберется слѣдующій съѣздъ. Сэръ Джорджъ Дарвинъ приглашаетъ членовъ съѣзда на 1909 годъ съѣхаться въ Кэмбриджъ.

Вопросъ передается для окончательнаго рѣшенія постоянному бюро.

Директоръ Гельмертъ (изъ Потсдама) излагаетъ программу дѣятельности Потсдамскаго центральнаго бюро на слѣдующіе три года. Программа эта принимается единогласно такъ же, какъ и всѣ предложенія, сдѣланныя въ предъидущихъ засѣданіяхъ, которыя подлежали рѣшенію въ этотъ день.

Всѣ государства соглашаются съ докладомъ финансовой комиссіи о бюджетѣ конференціи на слѣдующіе три года, представленномъ директоромъ Фёрстеромъ (изъ Берлина).

Равнымъ образомъ единогласно принимается докладъ комиссіи, которой поручено наблюденеіе за постоянной службой по измѣренію широты; докладъ этотъ представленъ г. Готье (изъ Женевы).

Затѣмъ послѣдовалъ выборъ членовъ бюро посредствомъ записокъ. Единогласно выбраны вновь: предсѣдателемъ генераль Бассо, вице-предсѣдателемъ генераль Захарія и постояннымъ секретаремъ—директоръ Лейденской обсерваторіи, профессоръ Ванъ-Баехуйзенъ. Избранные выразили сердечную благодарность за вновь оказанное имъ довѣріе.

Затѣмъ, по предложенію предсѣдателя конференція вставаніемъ благодарила венгерское правительство, министра-президента, д-ра Александра Векерле и министра народнаго просвѣщенія и духовныхъ дѣлъ, графа Альберта Аппоньи за почетный пріемъ, а также венгерскую академію наукъ и ея президента д-ра Альберта Берцевичи за предоставленіе сѣзду помѣщенія. Особенно сердечно упомянулъ предсѣдатель Бассо о любезности, съ которою венгерскій делегатъ профессоръ политехникума Людвигъ Бодола и состоящіе при немъ докладчики отдѣловъ, д-ръ Антонъ Фашингъ, адъютантъ Карль Олтай и ассистентъ Беля Гуотъ оказывали содѣйствіе членамъ сѣзда въ ихъ работахъ и заботились о ихъ развлеченіяхъ.

Предсѣдатель отмѣчаетъ затѣмъ съ особеннымъ удовольствіемъ, что настоящій сѣздъ оказался самымъ богатымъ по содержанию со времени учрежденія института международнаго геодезическаго союза и что онъ обсуждалъ вопросы первостепенной важности; это служить въ то же время утѣшительнымъ доказательствомъ того, до какой степени возросъ интересъ цивилизованныхъ государствъ къ геодезической наукѣ и ихъ готовность къ пожертвованіямъ на ея пользу.

На этомъ предсѣдатель объявляетъ XV международный геодезическій сѣздъ закрытымъ.

Вчера, въ полдень, постоянный делегатъ Венгріи при конференціи, профессоръ Людвигъ Бодола и его супруга давали въ національномъ казино завтракъ въ честь членовъ бюро, ихъ дамъ и многихъ членовъ сѣзда. На завтракѣ присутствовали также министръ народнаго просвѣщенія и духовныхъ дѣлъ, графъ Аль-

бертъ Апшонъ, статсъ-секретарь Викторъ Мольнаръ, профессоръ баронъ Роландъ Этвѣшъ и надворный совѣтникъ Юліусъ Кѣнигъ.

Вчера вечеромъ иностранные члены съѣзда устроили въ „Hôtel Hungaria“ товарищескій обѣдъ въ честь венгерскихъ членовъ. Дружеское собраніе прошло съ большимъ оживленіемъ.

Вечеромъ по инициативѣ президента ученаго общества Уранія, статсъ-секретаря Виктора Мольнара, въ театрѣ Уранія устроены спектакль въ честь членовъ съѣзда.

Завтра въ 7 ч. 25 м. утра многіе изъ членовъ съѣзда отправляются съ восточнаго вокзала въ окрестности Арада, гдѣ подъ руководствомъ профессора барона Роланда Этвѣша ознакомятся съ измѣреніями силы тяжести, при помощи крутильныхъ вѣсовъ. Прочіе члены съѣзда предпринимаютъ поѣздки въ другія мѣста Венгріи.

**Докладъ генерала Артамонова о геодезическихъ работахъ и связанныхъ съ ними астрономическихъ, исполненныхъ въ 1903, 1904 и 1905 г.г.**

### **Тригонометрическія работы.**

#### **1) Измѣренія базисовъ.**

Базисный приборъ Едерина съ проволоками, изготовленными изъ инвара, нашелъ примѣненіе въ Россіи впервые въ 1903 году, въ Туркестанѣ, гдѣ при помощи его измѣрень былъ Термезскій базисъ въ Бухарскихъ владѣніяхъ, вблизи укрѣпленія Термезъ, а въ слѣдующемъ 1904 году Самаркандскій базисъ въ Самаркандской области, между станціями Закаспійской желѣзной дороги Ростовцево и Куропаткино.

Оба базиса измѣрялись четырьмя 24-хъ метровыми проволоками, приготовленными изъ инвара въ Стокгольмѣ фабрикою Ahlberg & Ohlsson два раза (туда и обратно).

Нормальною мѣрою для сравненія проволокъ до измѣренія базисовъ и послѣ измѣренія служилъ 3-хъ метровый жезлъ изъ инвара, изготовленный Женевскимъ Обществомъ, а самыя сравненія дѣлались помощью особаго компаратора, устроеннаго по проекту генерала Геденова въ Ташкентѣ въ зданіи Туркестан-

скаго военно-топографическаго отдѣла; устройство его въ общихъ чертахъ состоитъ въ слѣдующемъ.

Въ корридорѣ зданія, имѣющемъ около 85<sup>м</sup> длины, вдѣланы въ стѣну 9 прочныхъ кронштейновъ черезъ каждые 3 метра, къ которымъ привинчиваются 9 микроскоповъ съ микрометрами.

Микроскопы устанавливаются такъ, чтобы ихъ оптическія оси лежали въ одной вертикальной плоскости, въ которой лежитъ и тщательно обдѣланный желѣзный рельсъ около 30<sup>м</sup> длины, неподвижно укрѣпленный на полу. По этому рельсу катятся два мѣдныхъ колеса телѣжки, плотно обхватывающія своими закраинами рельсъ, а третье колесо, поддерживающее телѣжку въ равновѣсіи, катится по полу. На телѣжкѣ установленъ 3-хъ метровый жезлъ, приводимый въ горизонтальное положеніе помощью уровня и особыхъ подъемныхъ приспособленій. Перемѣщенія концовъ жезла въ горизонтальной плоскости производятся тоже помощью винтовъ. По первому микроскопу производится установка жезла на телѣжкѣ, а послѣдующіе микроскопы устанавливаются по жезлу.

Передъ отправленіемъ въ Туркестанъ 3-хъ метровый жезлъ весьма тщательно былъ изслѣдованъ въ Главной Палатѣ Мѣръ и Вѣсовъ въ С.-Петербургѣ и длина его выразилась уравненіемъ:

$$Ж = 3^m - 325^{\mu} 7 + 5^{\mu} 06 t - 0^{\mu} 0196 t^2$$

гдѣ  $t$  температура по Цельсію.

Помощью этого компаратора и жезла былъ опредѣленъ средній коэффициентъ расширенія проволокъ, который оказался равнымъ—0.000 000 4, т. е, весьма малымъ и отрицательнымъ.

Подробности объ измѣреніяхъ Термезскаго и Самаркандскаго базисовъ отпечатаны въ статьѣ генерала Геденова въ LXII части Записокъ военно-топографическаго управленія.

Генераломъ Геденовымъ были произведены на компараторѣ многочисленныя и точныя изслѣдованія этихъ проволокъ, при чемъ оказалось, что всѣ онѣ обнаружили поразительную измѣнчивость своихъ длинъ, часто скачками и притомъ безъ всякой видимой причины. Измѣненія длинъ въ 100—200 микроновъ—явленіе обыкновенное, но иногда онѣ достигали 2<sup>мм</sup>, а съ теченіемъ времени даже и 4<sup>мм</sup>, причемъ ходъ этихъ измѣненій оказался до того неправильнымъ, что установить казую бы то ни было

функціональную зависимость ихъ съ временемъ не представилось возможнымъ.

При своихъ наблюденіяхъ надъ измѣненіями длинъ проволокъ генераломъ Геденовымъ подмѣчено, что послѣ рѣзкаго сокращенія длинъ ихъ наступаетъ довольно продолжительный періодъ покоя и молекулярнаго равновѣсія, во время котораго даже свертываніе и развертываніе не оказываетъ никакого вліянія на длину, и наоборотъ: послѣ продолжительной неизмѣнности длинъ слѣдуетъ ожидать кратковременнаго, внезапнаго сокращенія отъ самой незначительной причины. Въ заключеніе своимъ изслѣдованій генералъ Геденовъ говоритъ, что употреблявшіяся имъ проволоки—всѣ новѣйшаго изготовленія и такъ какъ нельзя допустить, чтобы укорачиваніе въ той же степени продолжалось неопредѣленно долгое время, то является надежда, что со временемъ, когда проволоки нѣсколько „состарятся“ въ работѣ, структура металла ихъ достигнетъ устойчиваго равновѣсія и онѣ сдѣлаются пригодными для самыхъ точныхъ измѣреній.

Въ Крыму, на Перекопскомъ перешейкѣ, вблизи города Армянска измѣренъ былъ Перекопскій повѣрительный базисъ длиною въ  $6392^{\text{мм}}851$  съ вѣроятной ошибкой  $\pm 7^{\text{мм}}2$  и относительной  $\pm \frac{1}{880.000}$ .

Базисъ измѣрялся съ 8-го августа по 7-е сентября 1904 г., два раза при помощи базиснаго прибора Шуберта, подробно описаннаго во 2-мъ томѣ Записокъ военно-топографическаго депо изданіе 1838 года.

Жезлы Шуберта имѣютъ большое сходство съ жезлами Струве и такого же устройства компараторъ. Существенная между ними разница лишь въ томъ, что жезлы Шуберта не имѣютъ на концахъ фюльгебелей, а промежутки между уложенными на базисѣ жезлами измѣряются выдвигными металлическими линейками, штрихи на которыхъ отсчитываются помощью микроскоповъ, и, кромѣ того, термометры, показывающіе температуру жезловъ, расположены вдоль желѣзныхъ стержней ихъ, а не перпендикулярно, какъ у прибора Струве.

Столь же хорошіе результаты получены при измѣреніяхъ этимъ же базиснымъ приборомъ трехъ базисовъ на Кавказѣ

(Тамхорскаго и Суккаитскаго въ 1849 году, Екатериноградскаго въ 1861 году) и одного—въ Крыму (Феодосійскаго въ 1888 г.).

Послѣ измѣренія базисовъ, произведены астрономическія наблюденія азимутовъ ( $A$ ) ихъ направленій, считая отъ  $N$  къ  $O$ , причемъ значенія ихъ получены:

для Термезскаго базиса  $A = 29^{\circ} 18' 37.0 \pm 1.7$ .

„ Самаркандскаго „  $A = 221^{\circ} 48' 49.9 \pm 1.3$ .

„ Перекопскаго „  $A = 340^{\circ} 48' 37.5 \pm 0.8$ .

Кромѣ перечисленныхъ базисныхъ измѣреній, въ Маньчжуріи близъ Харбина въ 1904 году былъ измѣренъ Харбинскій базисъ около 8 километровъ. Базисъ измѣрялся два раза по шнуру деревянными жезлами, которые сличались съ нормальной линейкой помощью компаратора Лебедева; послѣдній употреблялся при триангуляціи въ Болгаріи и описанъ въ XXXVIII томѣ Записокъ военно-топографическаго отдѣла, изданіе 1883 года. Отчета объ измѣреніи Харбинскаго базиса пока не имѣется.

## 2) Триангуляціонныя работы.

На XIV общемъ собраніи делегатовъ международнаго геодезическаго союза, состоявшемся въ Копенгагенѣ въ 1903 году, было выражено желаніе объ установленіи возможно точной тригонометрической связи между Русской и Австрійской триангуляціей вдоль дуги  $47\frac{1}{2}$  параллели черезъ Румынію.

Согласно этого постановленія, по сношенію съ румынскимъ правительствомъ, въ 1904 году была произведена первоклассная соединительная триангуляція въ Бессарабской губерніи отъ бока Бологанъ—Пересѣчена до бока Румынской триангуляціи Радени—Станки.

Пункты Бологанъ—Пересѣчена являются общими какъ для градуснаго измѣренія по меридіану, такъ и для градуснаго измѣренія по  $47\frac{1}{2}$  параллели.

Кромѣ четырехъ пунктовъ (Бологанъ, Пересѣчена, Радени, Станки) въ эту соединительную триангуляцію вошли слѣдующіе восемь пунктовъ: Загайканы, Перепелица, Мегура, Цибарики, Богяны, Чолокъ, Извора и Лопарѣчи.

Центры знаковъ Теннера, обозначенные на кирпичахъ, были найдены на пунктахъ Бологанъ и Пересѣчена. На пунктѣ Пере-

сѣчена верхній кирпичъ отъ времени разсыпался, а на нижнемъ крестѣ (пересѣченіе діагоналей) изгладили и при производствѣ триангуляціи за центръ сигнала былъ принятъ центръ самага кирпича, причемъ при оцѣнкѣ такого принятія пункта Пересѣчены погрѣшность не можетъ превысить  $6^{\text{милл}}4$ .

На 4-мъ сигналѣ Стынка центръ найденъ, а на сигналѣ Радени центра не оказалось, при чемъ на этомъ сигналѣ наблюдателемъ, подполковникомъ Погановскимъ, найденъ былъ вкопанный въ землю столбъ вышиною въ  $10^{\text{м}}7$ , на которомъ былъ поставленъ универсальный инструментъ для наблюдений. Наблюденія производились большимъ универсальнымъ инструментомъ Гильдебранда 12-ю приемами.

Погрѣшности треугольниковъ малы: наибольшая погрѣшность получена для треугольника Чолокъ—Мегура—Стынка  $+ 2^{\text{м}}299$  и наименьшая для треугольника Мегура—Стынка—Боганы— $0^{\text{м}}071$ .

Средняя ошибка угла по формулѣ Феррари  $= \pm 0^{\text{м}}474$ . Уравнительныя вычисленія не могли быть произведены, такъ какъ длина Румынскаго бока Радени—Стынка не была получена еще отъ производителя работъ Румынской триангуляціи.

Въ отчетный періодъ, для нуждъ предстоящихъ съемокъ, триангуляціонныя работы производились въ Финляндіи, въ Западномъ пограничномъ пространствѣ Имперіи, въ Крыму, на Кавказѣ, въ Туркестанѣ и въ Маньчжуріи.

#### А) Первоклассныя триангуляціи.

1) Основываясь на пунктахъ старыхъ первоклассныхъ триангуляцій и, главнымъ образомъ, генерала Теннера, произведенныя въ отчетныя годы первоклассныя триангуляціи въ С.-Петербургской, Лифляндской и Курляндской губерніяхъ являются ихъ дальнѣйшимъ развитіемъ, при чемъ вновь опредѣлено здѣсь 42 пункта.

2) Въ Волынской губерніи первоклассная триангуляція производилась для завершенія ряда между пунктами Теннера (Матвѣевка—Бѣлозерка) и пунктами триангуляціи Западнаго пограничнаго пространства (Корытище—Игнатполь); здѣсь вновь опредѣлено 6 промежуточныхъ пунктовъ.

3) Въ Крыму первоклассная триангуляція продолжена была до берега Большого Сиваша; вновь опредѣлено 6 пунктовъ.

4) На Кавказѣ первоклассная триангуляція производилась въ Черноморской губерніи по главному Кавказскому хребту и его Черноморскому склону отъ вершинъ Фиптъ и Огиненъ на югѣ до вершины Шапсухо на сѣверѣ, при чемъ было вновь опредѣлено 10 пунктовъ.

Б) Второклассная и третьеклассная триангуляція и нивелиръ-теодолитныя работы.

1) Въ Финляндіи въ губерніяхъ Або-Бьернеборгской и Тавастгусской.

Основаніемъ для триангуляціонныхъ работъ служили бока произведенныхъ въ 1898 и 1899 г.г. триангуляцій: Ронка—Виттисъ, Ронка—Лешяоски, Исомяки—Лаакерпявкאלію, Исомяки—Бьернеборгъ. Вновь опредѣлено здѣсь 176 пунктовъ.

2) Въ Лифляндской, Витебской, Виленской, Минской и Волынской губерніяхъ вновь опредѣлено триангуляціонныхъ пунктовъ 1499 и нивелиръ-теодолитныхъ—890.

Помощью нивелиръ-теодолитныхъ рядовъ вновь опредѣленные триангуляціонные пункты связаны съ 22 марками нашей точной нивелировки, заложенными на желѣзнодорожныхъ станціяхъ.

3) Въ Крыму въ Перекопскомъ, Феодосійскомъ и Симферопольскомъ уѣздахъ опредѣлено вновь 66 пунктовъ.

4) На Кавказѣ въ Черноморской губерніи вновь опредѣлено 23 пункта, въ Кубанской области—137, въ Карсской и Эриванской губерніяхъ—95 и въ низовьяхъ Терека—82. Послѣдніе вновь опредѣленные пункты были связаны съ пунктами Чеченскаго ряда триангуляціи сѣвернаго Кавказа: гора Чахтырь-Кортъ, г. Эривгъ-Кортъ и г. Карахъ.

5) Въ Туркестанѣ триангуляціонныя работы состояли въ развитіи существующей сѣти треугольниковъ второго и третьяго класса соотвѣтственно съ предположенными съемками.

Многочисленные новые треугольники проложены отъ города Чимкента до города Джулеа, отъ г. Ташкента въ востоку въ раіонѣ горъ до меридіана г. Ауліе-Ата, въ предѣлахъ Самаркандской области, по южному подножію Гиссарскаго хребта и по Дарвазу. Всего вновь опредѣлено за отчетный періодъ 186 пунктовъ.

6) Въ Маньчжуріи произведены триангуляціонныя работы второго и третьяго класса, главнымъ образомъ, вдоль Китайскихъ

железныхъ дорогъ. Работы ведены были для цѣлей съемки въ масштабѣ 1:84000 и отчета о нихъ пока не имѣется.

Благодаря преимущественно равнинному и на половину лѣсисто-стому характеру мѣстности нашего Западнаго пограничнаго пространства, при производствѣ первоклассной и второклассной триангуляціи для полученія выгоднѣйшихъ формъ треугольниковъ приходится строить сигналы отъ 22<sup>м</sup> до 45<sup>м</sup>, на постройку которыхъ требуется не мало времени. Таковыхъ сигналовъ за отчетный періодъ было выстроено 276.

Измѣренія направленій при первоклассныхъ триангуляціяхъ производились при обоихъ положеніяхъ трубы 12-ю приемами, при второклассныхъ—6-ю, а при третьеклассныхъ—3-мя.

Для цѣлей первоклассной триангуляціи употреблялись универсальные инструменты Гильдебранда, Керна и Бамберга съ микроскопами, а для второклассныхъ и третьеклассныхъ—преимущественно 10-ти секундные универсальные инструменты съ нониусами Керна и Гильдебранда. Послѣдніе инструменты Гильдебранда обнаружили настолько прекрасныя качества, что въ будущихъ нашихъ работахъ можно рассчитывать на преимущественное ихъ употребленіе при производствѣ второклассныхъ и третьеклассныхъ триангуляцій.

### 3) Вычислительныя работы.

1) Обработка наблюденій градуснаго измѣренія на Шницбергенѣ.

Обработка Шницбергенскихъ наблюденій производилась въ Пулковѣ. Вычисленія базисной сѣти и базисовъ, какъ главнаго такъ и вспомогательнаго, измѣреннаго приборомъ Струве для эталлонированія проволоки Едерина, закончены. Вычисленіе наблюдательнаго геодезическаго и астрономическаго матеріала, полученнаго на отдѣльныхъ сигналахъ, также закончено. Всѣ направленія сопоставлены и сдѣлано уравниваніе сѣти.

Наблюденія качанія маятниковъ обработаны вполне, а также выведены мѣстныя притяженія.

Напечатаны слѣдующіе пять выпусковъ изданія подъ общимъ заглавіемъ:

Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg entreprises en 1899—1901.

1. Wassiliew. Mesure de base avec l'appareil de Jäderin.
2. Wittram. Réductions aux centres.
3. Backlund. Réseau de la base.
4. Bonsdorff. Détermination des attractions locales sur points astronomiques du réseau principal des triangles.
5. Hansky. Intensité de la pesanteur.

Находятся въ печати:

- a) Wassiliew. Mesure de base avec l'appareil de Struve.
- б) Kostinsky. Observations à la station de Whales Head en 1900.
- 2) Въ отчетный періодъ въ военно-топографическомъ управленіи продолжались работы по перевычисленію съѣти первоклассныхъ триангуляцій для приведенія всѣхъ ихъ къ одной общей системѣ съ цѣлью составленія общаго систематическаго каталога всѣхъ пунктовъ Европейской Россіи и, кромѣ того, въ 1905 году начать составленіемъ систематическій каталогъ пунктовъ Азіатской Россіи.

Предпринятые труды по составленію каталоговъ являются вполне своевременными, такъ какъ систематическіе каталоги, составленные въ 1863—1865 г.г., значительно устарѣли и, кромѣ того, новыя работы по опредѣленію пунктовъ дали болѣе точные матеріалы.

3) Триангуляціонныя работы морского вѣдомства вдоль береговъ Чернаго и Азовскаго морей производились въ теченіе послѣднихъ 30 лѣтъ. Отдѣльныя части этой триангуляціи основывались на разныхъ астрономическихъ пунктахъ, базисахъ и азимутахъ, вслѣдствіе чего, не смотря на большую точность самихъ триангуляцій, получилось значительное несогласіе между собою отдѣльныхъ частей триангуляцій, затрудняющее пользованіе тригонометрическими пунктами какъ при гидрографическихъ работахъ, такъ и для картографіи. Вслѣдствіе этого картографическая часть главнаго гидрографическаго управленія приступила къ перевычисленію своихъ триангуляцій вдоль береговъ Чернаго и Азовскаго морей отъ одного общаго начала (Николаевъ—Обсерваторія). Въ настоящее время уравниваніе и перевычисленіе триангуляцій уже закончено и получено 819 надежныхъ пунктовъ, которые должны

служить основаніемъ для всѣхъ гидрографическихъ и картографическихъ работъ на Черномъ и Азовскомъ моряхъ. Каталогъ этихъ пунктовъ уже печатается.

### Наблюдения для опредѣленія измѣненія широты.

Регулярныя изслѣдованія этого явленія продолжались на Чарджуйской международной астрономической станціи наблюдателями Н. Медвѣдцемъ и А. Давыдовымъ и результаты наблюдений своевременно посылались въ центральное бюро въ Потсдамъ для обработки.

Въ началѣ 1904 года въ Пулковской обсерваторіи былъ установленъ большой зенитъ-телескопъ работы Фрейберга съ діаметромъ свободнаго отверстія объектива въ 5 дюймовъ. Предварительное изслѣдованіе инструмента было сдѣлано въ теченіе весны и лѣта 1904 года. Результаты этого изслѣдованія напечатаны въ № 4 *Mitteilungen der Nikolai—Hauptsternwarte zu Pulkowo*. Программа наблюдений для опредѣленія измѣненія высоты полюса напечатана тамъ же; она состоитъ изъ 9 звѣздныхъ группъ, изъ которыхъ первыя 2 содержатъ 11 и 12, а остальные 7 или 8 звѣздныхъ паръ. Всего же наблюдается 74 звѣздныя пары.

Независимо отъ этого постоянно наблюдается  $\delta$  Cassiopeiae, которая достаточно ярка даже для наблюдений днемъ.

Систематическія наблюденія начаты въ началѣ сентября 1904 г. и результаты перваго годичнаго цикла напечатаны въ *Mitteilungen der Nikolai—Hauptsternwarte zu Pulkowo* № 7.

Параллельно съ наблюденіями зенитъ-телескопа  $\delta$  Cassiopeiae наблюдается большимъ пассажнымъ инструментомъ, установленнымъ въ первомъ вертикалѣ.

### Астрономическія работы.

Въ 1903—1905 годахъ астрономическія работы производились преимущественно въ Азіатской Россіи, гдѣ опредѣлены должности шести пунктовъ по телеграфу и многочисленная сѣть ихъ—хронометрическими рейсами.

Телеграфныя опредѣленія пунктовъ въ Азіатской Россіи вызваны тѣми соображеніями, чтобы получить надежныя опорныя

точки для опредѣленія по нимъ сѣти географическихъ пунктовъ, получаемыхъ хронометрическими рейсами: послѣдніе являются уже основными точками для производства съемокъ мелкаго масштаба.

По аналогіи съ тригонометрическими работами, пункты, опредѣленные по телеграфу, будутъ соответствовать пунктамъ триангуляціи 1-го класса, а сѣтъ пунктовъ, опредѣляемыхъ хронометрическими рейсами—пунктамъ триангуляціи 2-го и 3-го классовъ, уступая послѣднимъ весьма значительно по точности, главнымъ образомъ по долготѣ.

Такой планъ работъ для Азіатской Россіи выработанъ въ силу тѣхъ соображеній, что обширной территоріи и слабой культурѣ страны въ настоящее время вполнѣ удовлетворяетъ съемка въ масштабѣ 1:84000, а такому масштабу пункты, опредѣленные хронометрическими рейсами помощью точныхъ астрономическихъ инструментовъ и съ большимъ числомъ первоклассныхъ хронометровъ (не менѣе 8), соответствующимъ достаточно удовлетворительно; астрономическія же опредѣленія пунктовъ посредствомъ хронометрическихъ рейсовъ требуютъ небольшого числа работниковъ и меньшихъ расходовъ.

Наблюденія времени производились исключительно по способу соответственныхъ высотъ звѣздъ, въ деталяхъ разработанному профессоромъ Н. Я. Цингеромъ. Трудъ его „объ опредѣленіи времени по соответствующимъ высотамъ различныхъ звѣздъ“ опубликованъ былъ въ 1874 году въ приложеніи къ XXV тому Записокъ Императорской Академіи Наукъ и въ 1877 году былъ переведенъ на нѣмецкій языкъ Генрихомъ Кельхнеромъ <sup>1)</sup>.

Для болѣе удобнаго пользованія способомъ соответственныхъ высотъ при опредѣленіяхъ времени, профессорами Кортацци <sup>2)</sup> и Витрамомъ <sup>3)</sup> были составлены вспомогательныя таблицы, а полковникомъ Щеткинымъ <sup>4)</sup> по таблицамъ Витрама составлены на-

<sup>1)</sup> Die Zeitbestimmung aus correspondirenden Höhen verschiedener Sterne von N. Zinger. Aus dem russischen übersetzt von Heinr. Kelchner. Leipzig, 1877.

<sup>2)</sup> J. Kortazzi. Hülftafeln zur Berechnung oertlicher Ephemeriden für die Zeitbestimmungen der Zinger'schen Methode. 1891.

<sup>3)</sup> Dr. Wittram. Tables auxiliaires pour la détermination de l'heure par des hauteurs correspondantes de différentes étoiles. 1892.

<sup>4)</sup> Н. Щеткинъ. Эфемериды звѣздъ для опредѣленія времени по способу профессора Н. Цингера. 1902.

столько полныя эфемериды звѣздъ, что для зоны  $39^{\circ}$ — $61^{\circ}$  сѣверной широты наблюденія времени производятся по нимъ непосредственно безъ всякихъ предварительныхъ предвычисленій.

Широты наблюдались преимущественно по способу соотвѣтственныхъ высотъ звѣздъ, разработанному М. Пѣвцовымъ. Впервые способъ М. Пѣвцова былъ опубликованъ въ Запискахъ Императорскаго русскаго географическаго общества въ 1877 году <sup>1)</sup>, а въ 1899 году <sup>2)</sup> М. Пѣвцовъ издалъ свой трудъ въ новой переработкѣ и подобралъ звѣздныя пары для зоны  $35^{\circ}$ — $65^{\circ}$  сѣверной широты. Этотъ способъ былъ испытанъ на постоянныхъ обсерваторіяхъ въ Харьковѣ и въ Варшавѣ и далъ настолько точные результаты, что можетъ быть примѣняемъ для тонкихъ наблюденій по изслѣдованіямъ измѣняемости широты мѣста.

Какъ при опредѣленіи времени, такъ и широты способъ соотвѣтственныхъ высотъ звѣздъ, при крайней простотѣ и краткости времени наблюденій, даетъ результаты столь высокой точности, что нашими геодезистами онъ примѣняется уже около 25-ти лѣтъ предпочтительно передъ всѣми прочими способами.

Примѣнительно къ принятому способу наблюденій, переносные вертикальные круги Репсольда большого и малаго типа, а въ послѣднее время и переносный зенитъ-телескопъ, при нашихъ астрономическихъ работахъ получили широкое примѣненіе.

Съ 1893 года сталъ примѣняться маленькій вертикальный кругъ Репсольда съ діаметромъ лимба  $15.2^{cm}$ , съ отверстіемъ объектива  $3.38^{cm}$  и съ цѣною дѣленія уровня у вертикальнаго лимба  $1''.5$ . Этотъ инструментъ на практикѣ давалъ такіе точные результаты, которые мало уступали результатамъ наблюденій нормальнаго типа, изготовляемаго Репсольдомъ, но при этомъ имѣетъ настолько малый объемъ и вѣсъ <sup>3)</sup>, что благодаря ему въ горныхъ и лѣсистыхъ мѣстахъ Сибири и Туркестана наблюдатель получилъ значительную подвижность.

<sup>1)</sup> М. Пѣвцовъ. Объ опредѣленіи географическихъ широтъ по соотвѣтственнымъ высотамъ двухъ звѣздъ. Записки Императорскаго географическаго общества. 1877.

<sup>2)</sup> М. Пѣвцовъ. Объ опредѣленіи широты по соотвѣтственнымъ высотамъ двухъ звѣздъ. С.-Петербургъ. 1899.

<sup>3)</sup> Размѣръ ящика съ инструментомъ  $26 \times 30 \times 35$  сантиметровъ; вѣсъ инструмента безъ ящика около 8, а съ ящикомъ около 18 килограммовъ.

Перечень долготъ, опредѣленныхъ по телеграфу.

№№	Станци.	Разность долготъ.	Вѣроятная погрѣшность.	Наблюдатели.	Инструменты.	Время наблюденій.	Исключенія личнаго уравненія.	Публиковано.
1.	Пудново (центръ обсерв.)— Потсдамъ (вост. мер. д.).	+69 <sup>m</sup> 2504	±0 <sup>o</sup> 004	Ө. Ө. Витрамъ Ф. Ф. Ренцъ.	Пассажи. инструментъ Вамберга съ самопищущ. микр.	1904 Августъ и Сентабрь.	Переѣзна мѣсть наблюдателями и инструмент.	Extrait de Vol. XVIII des Publ. de l' Obs.-Central Nicolas St-Petersbourg 1902 (обои наблюдател.)
2	Пишпекъ (крестъ церкви)— Ташкентъ (мер. кругъ) .	+21 <sup>m</sup> 14817	±0 <sup>o</sup> 012	С. С. Козловскій П. К. Залѣвскій.	Вертик. кругъ Репсольда.	1903	Тоже.	Будетъ напечатано въ запискахъ Воен.-Топограф. Управленія томъ LXII.
3	Днаркентъ (крестъ церкви)— Ташкентъ (мер. кругъ) . .	+42 <sup>m</sup> 47993	±0 <sup>o</sup> 015	М. П. Осиповъ. П. К. Залѣвскій.	Тоже.	1904	Тоже.	Будетъ напечатано въ запискахъ Воен.-Топограф. Управленія томъ LXIII.
4	Пулново (центръ обсерват.)— Александровскъ на Мурманѣ (крестъ церкви) . .	-12 <sup>m</sup> 34' 59	±0 <sup>o</sup> 05	А. М. Бухтѣевъ Г. С. Максимовъ.	Вертик. кругъ Репсольда и универс. инст. Гильдебранда.	1904 Сентябрь и Октябрь.	Повѣнецъ, гдѣ все время былъ Максимовъ, служить Repegnz-Station.	Записки по Гидрографіи выпускъ XXVII 1905.
5	Пулново (центръ обсерват.)— Повѣнецъ (колок. собора).	-17 <sup>m</sup> 59' 00	±0 <sup>o</sup> 04	Тѣже.	Тѣже.	Тогда же.	Опредѣл. личнаго уравненія въ Пулковѣ.	Тамъ же.
6	Томскъ (камен. столбъ вблизи каланчи)—Барнаулъ (кам. столбъ рядомъ съ телегр. конторой) . . . . .	+ 4 <sup>m</sup> 37' 79	±0 <sup>o</sup> 07	Н. Д. Павловъ. Т. А. Харманскій.	Два вертикал. круга Репсольда-дамалаго типа.	1904 Іюнь и Іюль.	Опредѣл. личнаго уравненія въ Барнаулѣ.	Будетъ напечатано въ Запискахъ Воен.-Топограф. Управленія въ LXIII томѣ.
7	Бійскъ (камен. столбъ)—Барнаулъ (камен. столбъ) . .	+ 5 <sup>m</sup> 43' 07	±0 <sup>o</sup> 07					
8	Нузнецъ (камен. столбъ на площади)—Барнаулъ . .	+13 <sup>m</sup> 33' 10	±0 <sup>o</sup> 08					
9	Укр. Ирнштамъ (столбъ)— Ташкентъ (мер. кругъ) .	+18 <sup>m</sup> 30821	±0 <sup>o</sup> 012	М. П. Осиповъ П. К. Залѣвскій.	Вертик. кругъ Репсольда.	1905	Переѣзна мѣсть наблюд. и инструмент.	

### Наблюдения силы тяжести.

Въ отчетный периодъ времени опредѣленія силы тяжести производились преимущественно въ Туркестанѣ, гдѣ полковникомъ Залѣскимъ помощью прибора Штернека произведены опредѣленія: въ 1903 году на 8-ми пунктахъ, въ 1904 году на 7-ми и въ 1905 году на 22-хъ. Опредѣленія полковникомъ Залѣскимъ силы тяжести въ 1905 году интересны въ томъ отношеніи, что произведены въ Памирахъ на большихъ высотахъ, достигающихъ 4240 метровъ. Въ Крыму полковникомъ Репьевымъ въ 1904 г. произведены наблюдения силы тяжести въ 4-хъ пунктахъ.

Результаты этихъ опредѣленій своевременно пересылались профессору Гельмерту для общей ихъ сводки, причемъ опредѣленія 1903 года полковника Залѣскаго въ Туркестанѣ уже вошли въ Comptes Rendus 1905 г., стр. 191.

### Точныя нивелировки.

Нивелирные работы въ Европейской Россіи направлены къ дробленію тѣхъ крупныхъ полигоновъ, которые были уравнены С. Д. Рыльке, а также къ повторному нивелированію тѣхъ линій, которые были пронивелированы помощью нивелиръ-теодолитовъ и нивелировъ менѣе совершенной конструкціи.

Въ Европейской Россіи и на Кавказѣ двойною нивелировою пронивелировано 1940.7 километровъ и односторонней 2486.5 километровъ.

Въ Закаспійской области двойной нивелировою пронивелировано 326.5 и односторонней 312.6 километровъ.

По Великому Сибирскому пути съ 1900 по 1905 г.г. пронивелированы въ одну сторону путь отъ Байкальскаго озера до ст. Петропавловскъ на протяженіи 3365 километровъ, причемъ соединеніе этой нивелирной линіи съ Европейской сѣтью нивелировою ожидается въ текущемъ году. Общее число заложенныхъ нивелирныхъ марокъ 601 и, кромѣ того, нивелировка по Великому Сибирскому пути связывается отдѣльными вѣтвями съ марками нивелировки, произведенной Императорскимъ русскимъ

географическимъ обществомъ въ 1876 году по старому Сибирскому тракту.

### **Мареографы.**

Въ выпускѣ V Сборника гидро-метеорологическихъ наблюдений, издаваемого метеорологической частью главнаго гидрографическаго управленія (изданія 1906 года), опубликованы наблюдения морского вѣдомства по многимъ фотштокамъ; по мареографамъ же: въ Кронштадтѣ съ Юля 1902 г. до конца года, въ Либавѣ за весь 1902 годъ и въ Ревелѣ за 1901 и 1902 г.г. Данные наблюдений за 1903 годъ обработаны, но не напечатаны, а за новѣйшіе годы имѣются матеріалы.

---

# ГЕОДЕЗИЧЕСКІЯ РАБОТЫ

## въ Соединенныхъ Штатахъ

за 1903—1906 г.г.

Докладъ XV общему засѣданію международнаго геодезическаго съѣзда

О. Х. Титмана,

начальника береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, члена постоянной комиссіи  
и делегата отъ Соединенныхъ Штатовъ,

и

джона Ф. Хэйфорда,

инспектора геодезическихъ работъ и начальника вычислительнаго отдѣленія береговыхъ  
и геодезическихъ съемокъ, делегата отъ Соединенныхъ Штатовъ.

Инспекторъ геодезическихъ работъ и начальникъ вычислительнаго отдѣленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, делегатъ отъ Соединенныхъ Штатовъ Ф. Хэйфордъ представилъ XV общему засѣданію международнаго геодезическаго союза печатный докладъ, являющійся какъ общимъ отчетомъ объ астрономо-геодезическихъ работахъ, произведенныхъ въ трехъ-лѣтній періодъ 1903—1906 г.г. такъ, главнымъ образомъ, замѣчательномъ научнымъ изслѣдованіемъ о фигурѣ и величинѣ земли, выполненнымъ подъ руководствомъ начальника береговыхъ и геодезическихъ съемокъ О. Титмана.

Докладъ этотъ, дающій крупныя научныя выводы, возбудилъ на съѣздѣ большой интересъ къ затронутымъ въ немъ вопросамъ, которые не могутъ не интересовать и русскихъ геодезистовъ, а потому считаю полезнымъ привести здѣсь полный переводъ доклада Хэйфорда, отредактированный мною и просмотрѣнный В. В. Витковскимъ.

Генералъ отъ Инфантеріи *Артамоновъ.*

## I.

## Геодезическія работы въ Соединенныхъ Штатахъ

за 1903—1906 гг.

Въ періодъ, обнимаемый этимъ докладомъ, отъ 1903 до 1906 года, главныя полевыя работы береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, особенно интересныя для международнаго геодезическаго союза, заключались въ первоклассной триангуляціи и измѣреніяхъ базисовъ по девяносто восьмому меридіану, въ продолженіи первоклассной триангуляціи въ сѣверномъ направленіи отъ Калифорніи до Штата Вашингтона и въ точной нивелировкѣ въ различныхъ мѣстахъ. Для большей ясности, перечень полевыхъ работъ, представляющихъ интересъ для союза, ограниченъ, главнымъ образомъ, тремя упомянутыми родами съемокъ и только нѣсколькими предположеніями по поводу ихъ.

Сообразно съ этимъ и приведенныя здѣсь вычислительныя работы береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, которыя представляютъ интересъ для союза, ограничены задачами двухъ опредѣленныхъ видовъ: вычисленію всѣхъ триангуляцій, произведенныхъ въ разныхъ мѣстахъ, по одному базису и приведенію всѣхъ работъ къ однѣмъ исходнымъ даннымъ (United States Standard Datum)<sup>1)</sup>, принятымъ въ 1901 г. Желаніе, чтобы приведеніе это было произведено сообразно съ потребностями инженеровъ, было причиной того, что работа эта подвигалась гораздо медленнѣе, чѣмъ это было бы возможно въ томъ случаѣ, еслибъ принимались во вниманіе только потребности ученыхъ, занятыхъ изслѣдованіемъ фигуры земли<sup>2)</sup>. Самой важной вычислительной работой, произведенной въ періодъ 1903—1906 г.г., съ точки зрѣнія союза, является изслѣдованіе фигуры земли на основаніи работъ, произведенныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ. Краткій отчетъ объ

<sup>1)</sup> См. отчетъ о 14-мъ общемъ собраніи международнаго геодезическаго союза (Report of the Fourteenth General Conference of the International Geodesic Association, томъ I, стр. 190—192).

<sup>2)</sup> Прибавленіе 9-е къ отчету отдѣленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1904 г. «Triangulation in California»; сочиненіе А. L. Baldwin даетъ всю триангуляцію, произведенную въ Калифорніи южнѣ широты залива Монтерей, въ формѣ наиболѣе удобной для инженеровъ.

этомъ изслѣдованіи и составляетъ главную часть настоящаго доклада.

Необходимо сдѣлать еще нѣсколько замѣчаній, не вошедшихъ въ общія указанія предшествующихъ двухъ параграфовъ.

Какъ было уже упомянуто <sup>1)</sup>, триангуляція въ области Большихъ Озеръ и въ нѣкоторыхъ сосѣднихъ мѣстахъ, произведенная такъ называемою „Озерною съемкою“, была приведена къ нормальной мѣрѣ, принятой Соединенными Штатами. Она, слѣдовательно, составляетъ часть обширной сплошной триангуляціи Соединенныхъ Штатовъ, пригодной для опредѣленія фигуры земли. Съ 1902 года Озерная съемка <sup>2)</sup> распространила первоклассную триангуляцію къ юго-востоку отъ пролива Макинакъ и скоро доведетъ ее до старой отдѣльной триангуляціи залива Саджинау. Новый поясъ триангуляціи проложенъ по южному берегу озера Гуронъ до линіи, соединяющей заливъ Прискиль и островъ Грэйтъ-Дюкъ, а затѣмъ продолжается далѣе на югъ вдоль западнаго берега озера. Вмѣстѣ съ триангуляціей залива Саджинау, это прибавитъ къ имѣющейся уже сплошной триангуляціи дугу длиною въ 2 градуса, почти параллельную меридіану.

Въ періодъ разсматриваемый этимъ докладомъ, время отъ времени производились астрономическія наблюденія для различныхъ цѣлей, а съ 1904 г. по настоящее время триангуляціонные отряды производили наблюденія азимутовъ въ выбранныхъ пунктахъ по 98-му меридіану. Начиная съ августа 1905 года одинъ наблюдатель былъ постоянно занятъ астрономическими опредѣленіями, магнитными наблюденіями и другими связанными съ ними работами, веденными по выработанному плану. Астрономическія наблюденія, какъ уже сдѣланныя, такъ и тѣ, которыя предстоитъ сдѣлать согласно этому плану, имѣютъ двойную цѣль. Они должны доставить достаточное количество астрономическихъ точекъ для того, чтобы триангуляція по 98-му меридіану и новая триангуляція къ сѣверу отъ Калифорніи до Вашингтона могли быть

<sup>1)</sup> Report of the Fourteenth General Conference of the International Geodesic Association, томъ I, стр. 192.

<sup>2)</sup> Официальное названіе котораго «Survey of the Northern and Northwestern Lakes» и во главѣ котораго стоятъ въ настоящее время подполковникъ Джемсъ Л. Лэскъ (James L. Lusk) Инженернаго корпуса Соединенныхъ Штатовъ.

вполнѣ использованы для задачи опредѣленія фигуры земли. Предполагаемая въ будущемъ астрономическія наблюденія послужать тоже дополненіемъ къ наблюденіямъ, сдѣланнымъ при старыхъ триангуляціяхъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ количество имѣющихся астрономическихъ наблюденій считается недостаточнымъ, чтобы можно было вполнѣ использовать результаты триангуляціи. Въ теченіе періода отъ 25 марта 1905 г. до 30 іюня 1906 г. этотъ наблюдатель опредѣлилъ широты въ 19 пунктахъ и азимуты въ 7.

Въ періодъ 1903—1906 г. было сдѣлано только два опредѣленія силы тяжести. Одно изъ нихъ было сдѣлано въ Мадисонѣ, въ штатѣ Висконсинъ, другое—въ фортѣ Эгбертъ, Игль Сити, въ Аляскѣ, на нѣсколько миль ниже того мѣста, гдѣ Юконъ пересѣкаетъ границу между Аляской и британскими владѣніями. Этотъ пунктъ особенно интересенъ, какъ весьма сѣверный континентальный пунктъ.

Результаты наблюденій силы тяжести на трехъ различныхъ уровняхъ въ кояхъ Сѣвернаго Тамарака (North Tamagack Mine), близъ Калумета, штатъ Мичиганъ<sup>1)</sup>, еще не вычислены и не могутъ быть представлены. Чтобы вполнѣ использовать эти наблюденія, желательно имѣть болѣе точныя свѣдѣнія, чѣмъ указанныя на существующихъ картахъ, о рельефѣ земной поверхности близъ этихъ копей. Для производства вычисленій ожидается окончаніе топографическихъ съемокъ.

Такъ какъ наблюденія трехъ станцій международной службы широтъ, находящихся въ предѣлахъ Соединенныхъ Штатовъ, переданы для вычисленія центральному бюро международного съюза въ Потсдамѣ, то относительно этой работы здѣсь не требуется никакихъ особыхъ замѣчаній. Обѣ обсерваторіи, находящіяся подъ руководствомъ управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ—въ Гэйтербургѣ, штатъ Мэрилендъ и въ Юкайа, Калифорнія—равно какъ частная обсерваторія въ Цинцинатти, штата Охайо, которая пользуется однимъ изъ инструментовъ управленія съемокъ, производили наблюденія въ теченіе всего этого времени.

<sup>1)</sup> См. Report of the Fourteenth General Conference of the International Geodesic Association, томъ I, стр. 188.

Теперь снова возобновляются работы на некоторых триангуляционных пунктах Калифорнии, съ цѣлью опредѣлить относительныя горизонтальныя смѣщенія, причиненныя Калифорнійскимъ землетрясеніемъ 18 апрѣля 1906 года.

Въ теченіе періода, котораго касается этотъ докладъ, значительно подвинулась впередъ триангуляція на Филиппинахъ. Возможно, что эта триангуляція и сопровождающія ее астрономическія наблюденія могутъ современемъ оказаться важными при опредѣленіи фигуры земли.

Теперь же филиппинскія съемки имѣютъ мало значенія въ этомъ смыслѣ и не приведены въ настоящемъ докладѣ.

По той же причинѣ не приведены также триангуляція и астрономическія наблюденія, произведенныя въ Аляскѣ, которыя тоже значительно подвинулись въ 1903—1906 г. Въ періодъ 1903—1906 г. совсѣмъ не было произведено астрономическихъ наблюденій и очень мало триангуляцій на Гавайскихъ островахъ и на Порто Рико.

Окулярный микрометръ въ примѣненіи къ переноснымъ пассажнымъ инструментамъ управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ былъ подвергнутъ тщательному испытанію<sup>1)</sup> въ Вашингтонскомъ бюро.

Въ теченіе 1905 — 6 годовъ эти микрометры были примѣнены при опредѣленіи семи разностей долготъ и дали весьма большую точность. Испытанія бюро и опытъ при полевыхъ работахъ вполнѣ доказали, что окулярные микрометры можно примѣнять съ успѣхомъ даже къ легкимъ переноснымъ пассажнымъ инструментамъ съ прямою трубою, употребляемымъ управленіемъ береговыхъ и геодезическихъ съемокъ. Въ этихъ инструментахъ окулярный конецъ трубы менѣе устойчивъ, чѣмъ въ пассажныхъ инструментахъ съ ломаными трубами, гдѣ окуляръ находится на одномъ изъ концовъ горизонтальной оси.

<sup>1)</sup> См. дополненіе 6-е къ докладу управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1904 г. «A test of a transit micrometer (испытаніе окулярнаго микрометра)», соч. John F. Hayford.

## Точное нивеллированіе.

Въ теченіе періода отъ 1 января 1903 г. до 1 января 1906 г., управленіемъ береговыхъ и геодезическихъ съемокъ произведено было точное нивеллированіе на протяженіи 3968 километровъ, при чемъ на всемъ этомъ пространствѣ нивеллированіе производилось дважды, одинъ разъ впередъ, другой—въ обратномъ направленіи, на нѣкоторыхъ же участкахъ нивеллированіе производилось три, четыре и больше разъ. Въ теченіе того же трехлѣтняго періода, компанія желѣзной дороги Балтиморъ и Охайо, учрежденіе не связанное съ правительствомъ, произвело точное нивеллированіе на протяженіи 859 километровъ, пользуясь при этомъ почти такими же инструментами, рейками и способами какіе употребляются для точнаго нивеллированія управленіемъ береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, которые описаны въ 3-мъ приложеніи къ отчету береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1903 годъ.

Это составляетъ общее протяженіе нивеллированія въ Соединенныхъ Штатахъ во время упомянутаго трехлѣтняго періода въ 4.827 километровъ.

Почти все нивеллированіе, произведенное управленіемъ береговыхъ и геодезическихъ съемокъ, совершено на западъ отъ рѣки Миссисипи. Оно коснулось обширныхъ пространствъ, гдѣ до сихъ поръ не дѣлалось никакихъ изслѣдованій этого рода. До произведенія точнаго нивеллированія, въ нѣкоторыхъ изъ этихъ мѣстностей существовали большія неточности въ опредѣленіи высотъ, отнесенныхъ къ среднему уровню моря, доходившія въ одномъ случаѣ до 16 метровъ.

Къ сѣти линій точнаго нивеллированія прибавилась, такимъ образомъ, новая область окруженностью почти въ 3.000 километровъ, лежащая въ штатахъ: Южная Дакота, Айова, Миссури, Иллинойсъ, Айова, Миннесота и Южная Дакота, и линіи, приводящія къ новой связи съ среднимъ уровнемъ моря въ Гальвестонѣ, штата Техасъ, на Мексиганскомъ заливѣ, и въ Ситтлѣ, штата Вашингтонъ, на Тихомъ океанѣ.

Послѣднее уравниваніе сѣти точнаго нивеллированія помѣщено въ 3-мъ дополненіи къ отчету управленія береговыхъ и геодези-

ческихъ съемокъ за 1903 годъ<sup>1)</sup>. Инструменты и рейки, описанные въ этомъ дополненіи, остались безъ измѣненія. Но въ способѣ наблюдений, описанномъ въ этомъ дополненіи, произведено одно важное измѣненіе. Теперь нивеллирные рейки обыкновенно опираются на желѣзно-дорожный рельсъ, а не ставятся на стальные башмаки, вбитые въ землю<sup>2)</sup>. Нижній конецъ рейки, выпуклый книзу, тщательно устанавливается на точкѣ, обозначенной мѣломъ на верхней поверхности желѣзнодорожнаго рельса. Реечники имѣютъ при себѣ стальные башмаки на случай, если линія нивеллированія не идетъ по полотну желѣзной дороги или если проходящія или стоящія поѣзда не позволяютъ поставить рейку на рельсы. Эта переменна способствовала какъ точности, такъ и скорости нивеллированія.

Нѣкоторыя части нивеллировокъ, произведенныхъ въ 1903 году и позже, уже были опубликованы<sup>3)</sup>.

Разногласіе между высотами, приведенными на западъ, черезъ весь материкъ, къ Ситтль, штата Вашингтонъ, и высотами, опредѣленными на основаніи пятилѣтнихъ постоянныхъ наблюдений надъ приливами и отливами въ Ситтль, оказалось равнымъ 187,5 миллиметра. Главная связь точнаго нивеллированія съ среднимъ уровнемъ моря на побережьи Атлантическаго океана находится въ Санди Хукъ, близъ Нью-Йорка. Связь съ морскимъ уровнемъ, ближайшая къ связи въ Ситтль, находится въ Байлокси (Biloxi), штата Миссисипи, на Мексиканскомъ заливѣ. Кратчайшая линія точнаго нивеллированія между Санди Хукъ и Ситтль имѣетъ 7.700 километровъ длины, а между Байлокси и Ситтлемъ—5.700 километровъ<sup>4)</sup>.

Связь съ среднимъ уровнемъ моря въ Гальвестонѣ, Техасъ, обнаружила разницу всего въ 38 миллиметровъ между высотами

<sup>1)</sup> «Точное нивеллированіе въ Соединенныхъ Штатахъ за 1900—1903 г., съ правой сѣтй нивеллированія и вытекающихъ изъ нея высотъ», соч. Джона Хейфорда.

<sup>2)</sup> См. приложение 6 къ отчету управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1904 г. «Точное нивеллированіе отъ Red Desert, Вайомингъ до Owyhee, Айдахо, 1903» стр. 416—418.

<sup>3)</sup> См. прибавленіе къ докладу управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1904 г., «Precise leveling from Red Desert, Wyo. to Owyhee, Idaho, 1903».

<sup>4)</sup> Относительно подробностей, касающихся этого перваго сравненія Атлантическаго и Тихаго океановъ посредствомъ точнаго нивеллированія, см. стр. 193—200 прим. 4 къ отчету береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1905 г. «Precise leveling from Red Desert, Wyo., to Seattle, Wash., 1903—4».

какъ приведенной къ этой точкѣ по уровню сѣти нивелировокъ, такъ и выведенными на основаніи наблюденій приливовъ и отливовъ въ Гальвестонѣ въ теченіе одного года. Эта величина, 38 миллиметровъ, будетъ нѣсколько измѣнена дальнѣйшими наблюденіями приливовъ и отливовъ, которыя продолжаются.

Не смотря на то, что нивелированіе 1903—1906 г. производилось въ гористой мѣстности и при чрезвычайно трудныхъ условіяхъ, средняя скорость нивелированія по принятому теперь способу и съ употребляемымъ теперь инструментомъ оставалась равной приблизительно 106 километрамъ законченной линіи въ мѣсяць, считая время отъ первой до послѣдней даты нивелированія на каждой линіи. Каждая часть нивелируемой линіи нивелировалась по крайней мѣрѣ два раза, независимо туда и обратно.

Въ 1905 году одинъ наблюдатель въ Южной Дакотѣ закончилъ нивелированіе линіи въ 382 километра въ теченіе 2,5 мѣсяцевъ, т. е. со средней скоростью 155 километровъ законченной линіи въ мѣсяць.

### Триангуляція по меридіану $98^{\circ}$ западной долготы отъ Гринвича.

Триангуляція по девяносто восьмому меридіану, произведенная въ періодъ отъ 23 іюня 1903 г. до 30 іюня 1906 г., простиралась отъ  $45^{\circ}39'$  широты въ Южной Дакотѣ до Канадской границы, т. е. на  $3^{\circ}21'$  по широтѣ, или приблизительно на 390 километровъ, считая по оси триангуляціи. Была также произведена рекогносцировка мѣстности въ сѣверо-восточномъ направленіи черезъ штатъ Миннесота отъ пунктовъ триангуляціи по девяносто восьмому меридіану до соединенія съ триангуляціей Озерныхъ съемоѣвъ въ Дулусѣ, штата Миннесота. Длина этой триангуляціи, считая по оси, равна приблизительно 360 километрамъ.

Въ теченіе того же періода, отъ 23 Іюня 1903 г. до 30 іюня 1906 г., были закончены всѣ измѣренія горизонтальныхъ угловъ триангуляціи по 98-му меридіану отъ  $43^{\circ}42'$  широты въ Южной Дакотѣ до  $46^{\circ}23'$  широты въ Миннесотѣ; по всему поясу триангуляціи черезъ штатъ Миннесота до соединенія съ триангуляціей

Озерныхъ съемокъ въ Дулусъ; въ триангуляціи 98-го меридіана отъ  $30^{\circ}49'$  широты въ Техасъ до  $27^{\circ}39'$  въ Техасъ, и по вѣтви, произведенной въ юго-восточномъ направленіи, отъ пунктовъ на триангуляціи 98-го меридіана, близъ  $28^{\circ}$  широты, до соединенія съ береговой триангуляціей близъ Корпусъ Кристи въ Техасъ. Общая длина этихъ триангуляцій, считая по ихъ осямъ, равняется 1.160 километрамъ.

Береговая триангуляція, произведенная нѣсколько лѣтъ тому назадъ, можетъ служить отъ окрестностей Корпусъ Кристи до Ріо Гранде, какъ южное продолженіе триангуляціи по 98-му меридіану. Такимъ образомъ, измѣреніе горизонтальныхъ угловъ вдоль триангуляціи по 98-му меридіану вполне закончено на протяженіи  $20^{\circ}26'$ , отъ  $46^{\circ}23'$  широты въ Миннесота, близъ водопада Фергусъ, до устья Ріо Гранде на  $25^{\circ}57'$  широты.

Каждый полевой отрядъ, за однимъ лишь исключеніемъ, имѣлъ по одному наблюдателю за весь періодъ времени, разсматриваемый этимъ докладомъ.

Средняя скорость работы на первоклассныхъ пунктахъ для измѣренія горизонтальныхъ угловъ колебалась въ теченіе періода 1903—1906 г. отъ 6 до 10 пунктовъ въ мѣсяцъ на одного наблюдателя. Таковы средніе выводы за каждый законченный сезонъ, считая отъ перваго наблюденія каждаго сезона до послѣдняго. Эти цифры представляютъ положительный успѣхъ въ смыслѣ скорости сравнительно съ наблюденіями 1902 года<sup>1)</sup>. Причина такого увеличенія скорости лежитъ, повидимому, въ многочисленныхъ второстепенныхъ улучшеніяхъ способовъ наблюденія и въ управленіи полевыми отрядами. Ни одно изъ измѣненій, введенныхъ въ теченіе этого періода, не имѣло, повидимому, господствующаго значенія.

Средняя стоимость полевыхъ работъ въ теченіе періода 1903—1906 года, включая жалованіе чинамъ, издержки на перевозку и расходы на постройку знаковъ, оказалась менѣе 300 долларовъ на каждый первоклассный пунктъ.

<sup>1)</sup> См. докладъ 14-го общаго собранія международнаго геодезическаго союза, томъ I, стр. 189.

Въ прибавленіи 4-мъ къ докладу управленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1903 годъ<sup>1)</sup> находится полное изложение способовъ наблюденія и завѣдыванія отрядами въ 1902 году, равно какъ полныя данныя о точности и результатахъ, полученныхъ въ теченіе этого года.

До сихъ поръ издана только небольшая часть триангуляціи по 98-му меридіану, произведенной съ 1902 года<sup>2)</sup>.

### Триангуляція отъ Калифорніи до Вашингтона.

Въ апрѣлѣ 1903 года одинъ изъ отрядовъ приступилъ къ рекогносцировкамъ для этой триангуляціи. Тотъ же отрядъ продолжалъ рекогносцировки и триангуляцію въ теченіе трехъ лѣтнихъ сезоновъ 1903, 1904 и 1905 годовъ и продолжаетъ ихъ теперь. Никакая работа не возможна въ этой мѣстности зимой. Въ 1903 и 1906 г. въ составъ отряда входилъ только одинъ офицеръ, а въ 1904 и 1905 г.—два офицера.

Въ промежутокъ отъ 13 апрѣля 1903 г. до 30 іюня 1906 г. была закончена рекогносцировка отъ линіи Мэрисвилъ Бьюттъ до горы Споу, черезъ долину Сакраменто въ Калифорніи, на  $39\frac{1}{4}^{\circ}$  широты, къ сѣверу по долинамъ Сакраменто и Вильяметъ и черезъ юго-западную часть штата Вашингтонъ до соединенія съ триангуляціей Пьюджетъ Соундъ на широтѣ  $47\frac{1}{4}^{\circ}$ , близъ Такомы, штата Вашингтонъ. Въ теченіе этого промежутка времени горизонтальные углы измѣнялись на всѣхъ первоклассныхъ пунктахъ, за исключеніемъ четырехъ. При этомъ пришлось бороться съ тремя особенно неблагоприятными условіями. Большая часть мѣстности покрыта лѣсомъ съ очень высокими деревьями. Въ теченіе нѣкоторыхъ мѣсяцевъ густой дымъ затруднялъ наблюденія или дѣлалъ ихъ невозможными. Большую часть пути къ пунктамъ наблюденій приходилось идти пѣшкомъ и переносить инструменты на рукахъ и въ нѣсколькихъ случаяхъ по тропинкамъ, вновь проложеннымъ самимъ отрядомъ.

<sup>1)</sup> «Триангуляція въ южномъ направленіи по 98-му меридіану въ 1902 г.» Джона Ф. Хэйфорда.

<sup>2)</sup> См. приложеніе 5 къ докладу отдѣленія береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1905 годъ, «Триангуляція по 98-му меридіану, отъ Лампазаса до Сегуина Техасъ», Джона Ф. Хэйфорда.

Эта триангуляція, взятая отдѣльно, прибавитъ дугу меридіана въ  $8^\circ$  длиною къ непрерывной триангуляціи, уже произведенной въ Соединенныхъ Штатахъ. Въ соединеніи съ имѣющеюся уже триангуляціей вблизи Педжетъ Соундъ, въ которой она примыкаетъ близъ Такомы, она прибавляетъ дугу почти въ  $10^\circ$  длиною къ имѣвшейся до тѣхъ поръ непрерывной триангуляціи. Такимъ образомъ, она представляетъ очень важный вкладъ къ имѣющимся въ Соединенныхъ Штатахъ даннымъ для опредѣленія фигуры земли.

### Измѣреніе базисовъ.

Въ періодъ отъ февраля 1901 г. до февраля 1906 года въ Соединенныхъ Штатахъ совсѣмъ не производилось измѣреній первоклассныхъ базисовъ.

7 марта 1906 г., отрядъ для измѣренія первоклассныхъ базисовъ началъ полевую работу на базисѣ Пойнтъ Изабель въ Техасѣ, близъ устья Ріо Гранде, и 14 іюля 1906 г. закончилъ измѣренія на базисѣ Ройальтонъ, въ Миннесотѣ. Въ этотъ промежутокъ времени отрядъ измѣрилъ базисъ Пойнтъ Изабель (и измѣрилъ всѣ горизонтальные углы на шести первоклассныхъ пунктахъ близъ этого базиса), измѣрилъ одинъ базисъ въ Орегонѣ, одинъ въ Вашингтонѣ, одинъ въ Южной Дакотѣ и два въ Миннесотѣ. Общая длина этихъ шести первоклассныхъ базисовъ равняется 60 километрамъ. Каждая часть каждаго базиса измѣрялась не меньше четырехъ разъ. Точность измѣреній оказалась выше той, которая принималась за образецъ въ Соединенныхъ Штатахъ до тѣхъ поръ. Въ отрядахъ, измѣрявшихъ каждый базисъ, было только по два офицера.

Слѣдуетъ отмѣтить по поводу скорости, съ которой произведены были эти измѣренія, что для нихъ употреблялись исключительно 50-метровыя ленты, а не базисные жезлы.

Половина всѣхъ измѣреній сдѣлана при помощи мѣрныхъ лентъ изъ инвара. Два измѣренія каждой части каждаго базиса производились ночью при помощи стальныхъ лентъ, причемъ употреблялись тѣ же способы и тѣ же приборы, какіе употребляла

базисная экспедиція 1900 г.<sup>1)</sup> Два другихъ измѣренія каждой части каждаго базиса производились при дневномъ свѣтѣ, пользуясь лентами изъ инвара приблизительно такого же поперечнаго сѣченія какъ стальные, и поступаая съ ними тѣмъ же способомъ. Измѣренія при помощи лентъ изъ инвара оказывались неизмѣнно болѣе точными, чѣмъ измѣренія посредствомъ стальныхъ лентъ. Измѣрять при дневномъ свѣтѣ лентами изъ инвара оказалось болѣе удобнымъ, чѣмъ измѣрять ночью стальными проволоками.

Въ настоящее время нельзя привести болѣе точныхъ данныхъ относительно этихъ базисныхъ измѣреній, такъ какъ вычисленіе ихъ въ бюро еще не сдѣлано.

## II.

### Измѣреніе фигуры земли.

Какъ было уже сказано, главный владѣль, который управление береговыхъ и геодезическихъ съемокъ приносить на Будапештскій сѣздъ международнаго геодезическаго союза — это изслѣдованіе фигуры земли.

Измѣреніе это основано всецѣло на наблюденныхъ отклоненіяхъ отвѣсныхъ линій въ Соединенныхъ Штатахъ. При этомъ изслѣдованіи совершенно не пользовались опредѣленіями силы тяжести.

Слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на слѣдующія три соображенія относительно данныхъ, которыми пользовались при изслѣдованіи, такъ какъ они имѣютъ значеніе для того, въ какой степени можно полагаться на выводы, полученные этимъ изслѣдованіемъ.

Пространство, разсматриваемое при этомъ изслѣдованіи, очень обширно какъ по широтѣ, такъ и по долготѣ, а именно,  $18^{\circ}50'$  по широтѣ и  $57^{\circ}7'$  по долготѣ.

Число астрономическихъ опредѣленій, принятыхъ во вниманіе, тоже велико (507).

<sup>1)</sup> См. прибавленіе къ отчету управления береговыхъ и геодезическихъ съемокъ за 1901 г., «On the measurement of nine base lines along the ninety-eighth meridian», by A. L. Baldwin.

Всѣ астрономическія опредѣленія связаны непрерывной перво-классной сѣткою треугольниковъ. Триангуляція не состоитъ изъ отдѣльныхъ цѣпей триангуляціи или дугъ.

Шесть замѣчаній, приведенныхъ ниже, указываютъ на объемъ изслѣдованія. Онѣ могутъ также служить какъ общія указанія, при помощи которыхъ легче можно слѣдить за болѣе подробными данными, приведенными далѣе.

1. На каждомъ пунктѣ вычислялось отклоненіе отвѣсной линіи, производимое всею окружающею мѣстностью на разстояніи 4.126 километровъ отъ пункта.

2. При составленіи уравненій, связывающихъ наблюденныя отклоненія отвѣсной линіи, съ одной стороны, съ искомыми неизвѣстными, выражающими форму и величину земли, съ другой стороны, употреблялся методъ площадей предпочтительно передъ методомъ дугъ.

3. На основаніи всѣхъ наблюденій сдѣланъ былъ выводъ по способу наименьшихъ квадратовъ, въ предположеніи, что земля обладаетъ абсолютною твердостью.

4. Подобнымъ же образомъ выведено три полныхъ рѣшенія по способу наименьшихъ квадратовъ, въ предположеніи, что существуетъ состояніе, называемое **изостасіей**. Эти три рѣшенія основаны на трехъ различныхъ предположеніяхъ относительно глубины, на которой изостатическая компенсація достигаетъ полной степени.

5. Выведено было также рѣшеніе по способу наименьшихъ квадратовъ, въ которомъ, какъ обыкновенно, не предполагается никакого отношенія между наблюденными отклоненіями и вліяніемъ притяженія окружающей мѣстности.

6. Результаты этихъ пяти рѣшеній были подвергнуты сравненію и на основаніи его выведены заключенія.

По нѣсколькимъ причинамъ, мы немедленно изложимъ вѣратцѣ эти заключенія.

Для тѣхъ, кто интересуется достиженіемъ наивысшей возможной точности въ опредѣленіи вида и величины земли, это изложеніе выводовъ въ самомъ началѣ можетъ способствовать возбужденію интереса къ этому спеціальному методу разрѣшенія задачи.

Въ тѣхъ, кто вѣритъ въ существованіе состоянія, называемаго изостасіей, но сознаетъ, что имѣющіяся доказательства его нуждаются въ подкрѣпленіи, это изложеніе выводовъ въ самомъ началѣ можетъ вызвать интересъ къ данному изслѣдованію, который оно не имѣло бы для нихъ въ иномъ случаѣ. Данное доказательство существованія изостасіи должно произвести особенно сильное впечатлѣніе на такихъ лицъ.

Для тѣхъ же, кто, по какимъ-либо причинамъ, пришелъ къ какимъ-нибудь положительнымъ убѣжденіямъ, несовмѣстимымъ съ предположеніемъ о существованіи изостасіи, это изложеніе выводовъ въ самомъ началѣ можетъ послужить своевременнымъ предположеніемъ изучить съ критической точки зрѣнія представленные здѣсь методы изслѣдованія.

*Это изслѣдованіе занимается вопросомъ о направленіи силы тяжести. Оно приводитъ къ определенному и положительному заключенію въ пользу твердаго состоянія противъ изостасіи. Обстоятельство это особенно важно въ настоящее время, въ виду той резолюціи <sup>1)</sup>, представленной вниманію делегатовъ предварительнымъ циркулярнымъ извѣщеніемъ о сѣздѣ, которая касается пользы измѣреній силы тяжести для освѣщенія вопроса о внутреннемъ распределеніи земныхъ массъ и о твердости или изостасіи земной коры.*

Заключенія, вѣведенныя изъ изслѣдованія, таковы:

1. Наиболѣе вероятныя величины, которыя можно вывести изъ наблюденныхъ отклоненій отвѣсныхъ линій въ Соединенныхъ Штатахъ, слѣдующія:

<sup>1)</sup> Резолюціею за академіи: международный союзъ, получивъ и принявъ въ соображеніе сообщеніе, адресованное ему международнымъ геологическимъ конгрессомъ, собравшимся въ Вѣнѣ въ 1903 г., предлагаетъ слѣдующую резолюцію:

«Что международный союзъ проситъ международное геологическое общество дать ему свидѣнія о томъ, какимъ образомъ онъ могъ бы вызвать или способствовать участію всѣхъ странъ въ изученіи слѣдующихъ вопросовъ:

«13. Измѣреніе величины силы тяжести, съ цѣлью — въ томъ, что касается вопросовъ геологіи — освѣтить внутреннее распределеніе земныхъ массъ и твердость или изостасію земной коры».

Экваторіальний радіусъ земного шара— $6.378.283 \pm 34$  метра.

Обратная величина полярнаго сжатія— $297.8 \pm 0.9$ .

Полярная полуось— $6.356.868$  метровъ.

Приведенныя выше вѣроятныя ошибки, выведенныя изъ уклоненій отдѣльныхъ наблюденій, завѣдомо слишкомъ малы. Въ настоящее время очень трудно опредѣлить, насколько онѣ должны быть увеличены.

2. Предположеніе абсолютной твердости коры на пространствахъ Соединенныхъ Штатовъ и прилежащихъ странъ не соответствуетъ истинѣ. Напротивъ того, гипотеза, предполагающая, что земля находится въ состояніи, называемомъ изостасіей, оказывается сравнительно точнымъ приближеніемъ къ истинѣ. Другими словами, Соединенные Штаты удерживаются въ своемъ положеніи надъ уровнемъ моря не твердостью подъ ними лежащихъ частей земнаго шара, а въ общемъ поддерживаются на поверхности, какъ бы въ плавучемъ состояніи, потому что состоятъ изъ матеріала недостаточной плотности.

3. Въ случаѣ предположенія, что изостатическая компенсація распредѣляется равномерно относительно глубины, — наиболѣе вѣроятная величина предѣльной глубины для Соединенныхъ Штатовъ и прилежащихъ пространствъ равняется 71 милямъ (114 километрамъ) и въ дѣйствительности вполне вѣрно, что предѣльная глубина не менѣе 50 миль (80 километровъ) и не болѣе 100 миль (160 километровъ).

4. Для Соединенныхъ Штатовъ и прилежащихъ мѣстностей среднее уклоненіе отъ совершенной изостатической компенсаціи менѣе одной десятой, измѣряя его по величинѣ среднихъ необъясняемыхъ притяженіями отклоненій отвѣсныхъ линій.

### Данныя, которыми пользовались при изслѣдованіи.

Триангуляція, которою пользовались при этомъ изслѣдованіи, включаетъ триангуляцію поперекъ материка отъ Нью Джерсея до Калифорніи, западную косвенную дугу, проходящую по тремъ черверткамъ длины Калифорніи, восточную косвенную дугу отъ

Майна до Луизианы, триангуляцію „Озерныхъ съемоковъ“ вблизи Великихъ озеръ, заключенную, главнымъ образомъ, въ предѣлахъ штатовъ Нью-Йоркъ, Охайо, Индіана, Иллинойсъ, Висконсинъ и Мичиганъ и триангуляцію, не упомянутую въ предыдущемъ перечнѣ, но простирающуюся на различныя части Новой Англии, южнаго Мэриленда, восточной Виргиніи, сѣверной Каролины и Тенесси.

Всѣ эти триангуляціи приводились къ исходнымъ даннымъ Соединенныхъ Штатовъ (United States Standard Datum); то есть, широты, долготы и азимуты вычислялись на этомъ протяженіи непрерывно на основаніи предположенія, что широта тригонометрическаго пункта Мидсъ Ранчъ (въ Канзасѣ)  $39^{\circ}13'26''.686$ , долгота его  $98^{\circ}32'30''.506$ , а азимуть направленія отъ Мидсъ Ранчъ на Вальдо— $75^{\circ}28'14''.52$ . Всѣ вычисления основаны на сфероидѣ Кларка 1866 года.

При изслѣдованіи приняты были во вниманіе 507 астрономическихъ опредѣленій: 265 опредѣленій широты, 79—долготы и 163—азимута. Одинадцать опредѣленій долготы сдѣланы были въ пунктахъ, фактически совпадающихъ съ пунктами, въ которыхъ дѣлались наблюденія азимутовъ. Слѣдовательно, эти 507 астрономическихъ опредѣленій дали слагающую отклоненія отвѣсной по меридіану въ 265 пунктахъ и слагающую по первому вертикалу въ 231 пунктѣ.

Эти астрономическія опредѣленія распредѣляются неравномѣрно по всему пространству, на которомъ произведены были упомянутыя выше триангуляціи. Они разбросаны по 33 штатамъ. Крайнія изъ нихъ по широтѣ, — это пунктъ въ Св. Игнатіи ( $\varphi = 48^{\circ}47'$ ) на сѣверномъ берегу Верхняго озера и пунктъ Новый Орлеанъ ( $\varphi = 29^{\circ}57'$ ) въ Луизианѣ. Крайніе пункты по долготѣ— $67^{\circ}16'$  въ Калэ, въ Майнѣ, и  $124^{\circ}24'$  на мысѣ Мендочино въ Калифорніи.

Геодезическія положенія и результаты астрономическихъ наблюденій почти всѣхъ астрономическихъ пунктовъ были напечатаны въ докладѣ, представленномъ союзу въ Копен-

гагенъ 1). Астрономическія наблюденія, указанныя въ слѣдующихъ таблицахъ, составленныхъ такимъ же образомъ, какъ упомянутыя выше, были прибавлены въ то время, какъ производилось изслѣдованіе:

Отклоненія отвѣсныхъ линій въ Соединенныхъ Штатахъ, вычисленные на сфероидѣ Кларка 1866 г. ( $a=6\ 378\ 206.4$ ,  $b=6\ 356\ 583.8$  метра) по исходнымъ даннымъ Соединенныхъ Штатовъ (United States Standard Datum).

ОТКЛОНЕНІЯ ПО МЕРИДИАНУ.

П У Н К Т Ъ.	№	Геодезическая широта.	Геодезическая долгота.	Астрономическая широта.	A—G.
Университетъ въ Иллинойсѣ.	247	40°06' 18" 84	88°13' 33" 48	20" 10	+01." 26
Провинстоунъ . . . . .	248	42 03 09.37	70 11 19.10	04.15	—05.22
Кресентъ Сити . . . . .	249	41 44 48.56	124 12 01.35	43.27	—05.29
Редъ-Влеффъ . . . . .	251	40 44 44.18	124 12 56.75	40.16	—04.02
Мысъ Мендочино . . . . .	252	40 26 21.02	124 24 11.23	16.18	—04.84
Санта-Анна . . . . .	253	36 54 19.60	121 13 58.10	15.66	—03.94
Пойнтъ-Ливносъ . . . . .	254	36 37 59.19	121 55 31.63	59.48	+00.29
Хепседамъ . . . . .	255	36 18 53.60	120 49 26.30	42.16	—11.44
Кастль-Моунтъ . . . . .	256	35 56 21.34	120 20 22.84	19.57	—01.77
Рокки-Вьюттъ . . . . .	257	35 39 56.03	121 03 32.13	43.95	—12.08
Санъ-Симеонъ 1852 . . . . .	258	35 38 36.3	121 11 26.4	24.38	—11.92
Санъ-Симеонъ 1874 . . . . .	259	35 38 33.96	121 11 52.03	19.58	—14.38
Санъ-Луисъ Обиспо . . . . .	260	35 10 43.56	120 44 45.26	37.25	—06.31
Агилла . . . . .	261	35 10 40.20	120 43 17.32	32.73	—07.47
Пойнтъ-Консентьонъ . . . . .	262	34 26 69.56	120 26 45.43	56.34	—13.22
Санъ-Буэнавентура . . . . .	264	34 15 59.20	119 15 57.15	48.27	—10.93
Санъ-Педро . . . . .	265	33 43 21.04	118 17 02.18	18.80	—02.24
Островъ Санта Каталина . . . . .	266	33 26 29.87	118 29 50.26	35.19	+05.32
Соледадъ . . . . .	267	32 50 24.52	117 15 07.24	21.78	—02.74

1) См. докладъ 14-го общаго собранія международнаго геодезическаго союза томъ I, стр. 193—206.

УКЛОНЕНИЯ ПО ПЕРВОМУ ВЕРТИКАЛУ <sup>1)</sup>.

П У Н К Т Ы.	№	Геодезическая широта.	Геодезическая долгота.	Геодезический азимутъ.	КЪ ПУНКТАМЪ.	Астрономическая долгота или авим.	A—G.	Сов φ или —Cotg φ	A—G (перв. вертикал.).
Провинстоунъ . . . . .	233	42°03' 09."37	70°11' 19."02	—	. . . . .	17."21	—01."81	+0.7425	—01."34
Домингуэцъ Хилль . . . . .	234	33 51 55.64	118 14 11.64	95°17' 48."03	Вэстъ-Вичъ . . . . .	41.48	—06.55	—1.4901	+09.76
Дэвисъ . . . . .	235	38 20 28.53	75 06 21.63	13 37 06.10	Куиллингъ . . . . .	05.95	—00.15	—1.2643	+00.19
Селфёръ Пиизъ . . . . .	236	38 45 54.28	122 50 40.22	81 28 50.74	Марка . . . . .	35.63	—15.11	—1.2453	+18.82
Россъ Моунтэйнъ . . . . . (гора Россъ).	237	38 30 20.58	123 07 09.22	164 24 53.44	Марка . . . . .	38.98	—14.46	—1.2570	+18.18
Пойнтъ Авизадера . . . . .	238	37 43 33.88	122 21 47.48	195 03 36.5	Марка . . . . .	39.96	+03.46	—1.2927	—04.47
Заливъ Монтерэй . . . . .	239	36 35 30.81	121 52 59.20	116 01 15.9	Марка . . . . .	11.8	—04.10	—1.3469	+05.52
Санта Крузъ . . . . .	240	36 58 42.02	122 03 18.69	165 14 28.9	Азимутальная марка . . . . .	18.33	—10.57	—1.3280	+14.04
Авила . . . . .	241	35 10 40.20	120 43 17.32	281 43 31.3	С.-Луисъ Обиспо, зап. пунктъ базиса . . . . .	10.2	—21.10	—1.4187	+29.93
Санъ-Буэнавентура . . . . .	242	34 15 54.80	119 15 57.15	114 04 42	Санъ Буэнавентура, азимут. марка . . . . .	28.80	—13.20	—1.4679	+19.38
Буэнависта . . . . .	243	34 03 18.60	118 14 34.38	—	. . . . .	41.25	+06.87	+0.8284	+05.69
Соледадъ . . . . .	244	32 50 24.52	117 15 07.24	178 32 48.37	Соледадъ авим. марка . . . . .	30.26	—18.11	—1.5493	+28.06
Санъ-Діэго 1851 . . . . .	245	32 42 03.95	117 14 31.29	187 53 35.0	Фитчъ Хилль . . . . .	14.18	—20.82	—1.5576	+32.43
Санъ-Діэго 1871 . . . . .	246	32 43 12.31	117 09 27.83	—	. . . . .	42.30	+14.47	+0.8413	+12.17

<sup>1)</sup> Въ этой таблицѣ уклонения, выводимыя изъ наблюденій азимутовъ, отличаются отъ уклоненій, получаемыхъ изъ наблюденій долготъ тѣмъ, что въ первомъ случаѣ имѣются записи въ пятомъ и шестомъ столбцахъ. Восьмой столбецъ показываетъ уклонения, выраженные въ секундахъ долготы или азимута; девятый столбецъ — величины необходимыя для приведенія величинъ 8-го столбца къ уклоненіямъ, выраженнымъ въ секундахъ перваго вертикала; и наконецъ, десятый столбецъ показываетъ отклонения выраженные въ секундахъ перваго вертикала, которыя можно слѣдовательно сравнивать непосредственно съ уклоненіями по меридіану.

## Вычисленіе мѣстныхъ притяженій.

Подъ выраженіемъ „мѣстное притяженіе въ нѣкоторомъ пунктѣ“ подразумѣвается то отклоненіе, которое производится дѣйствіемъ неправильнаго распредѣленія наружныхъ массъ, соотвѣтствующаго извѣстнымъ неправильностямъ земной поверхности.

Въ самомъ началѣ изслѣдованія сдѣлалось ясно, что необходимо будетъ вычислять мѣстное отклоненіе отъ каждаго пункта и что вычисленія эти, чтобы исполнѣ отвѣчать своей цѣли, должны распространяться на далекое разстояніе отъ пункта. вмѣстѣ съ тѣмъ сдѣлалось ясно, что было бы невозможно произвести такіа вычисленія по какому-либо изъ извѣстныхъ способовъ, употреблявшихся раньше, вслѣдствіе большихъ затратъ времени и денегъ, которыя они бы потребовали. Было, слѣдовательно, необходимо найти какой-нибудь новый способъ вычисленія или измѣнить старыя способы такъ, чтобы сдѣлать эти вычисленія выполнимыми. Способъ, вкратцѣ описанный въ слѣдующихъ параграфахъ, былъ подробно разработанъ въ этихъ видахъ и оказался превосходно отвѣчающимъ своей цѣли. По этому способу, для каждаго вычисленія одной слагающей отклоненія (по меридіану или по первому вертикалу) въ одномъ пунктѣ, принимая въ соображеніе рельефъ мѣстности на разстояніи 4126 километровъ отъ даннаго пункта, одному вычислителю требовалось въ среднемъ 9,4 часа времени.

Формула, на которой основано вычисленіе, хорошо извѣстна. Она слѣдующая:

$$D = 12'44 \frac{\delta}{\Delta} h (\sin a' - \sin a_1) \log_s \frac{r'}{r_1}.$$

$D$ —есть слагающая отклоненія по меридіану въ данномъ пунктѣ, производимая массою земной коры толщиною въ  $h$  футовъ, въ объемѣ призмы, ограниченной двумя вертикальными плоскостями, проведенными изъ пункта, и двумя дугами окружностей, имѣющихъ общій центръ въ данномъ пунктѣ и радіусы  $r'$  и  $r_1$ .

$a'$  и  $a_1$  суть углы между каждою изъ двухъ вертикальныхъ плоскостей и плоскостью меридіана.

$\delta$  есть плотность слоя земной поверхности.

$\Delta$ —средняя плотность земли.

Постоянная 12'44 зависитъ отъ предположенія, что для дан-

ной задачи можно считать землю шаромъ, радіусъ котораго равняется 6.370 километрамъ или 3.960 милямъ.

Весь притягивающій слой предполагается лежащимъ на горизонтѣ даннаго пункта.

Если же требуется получить слагающую отклоненія по первому вертикалу въ данномъ пунктѣ, единственная переменна состоитъ въ томъ, что углы  $a'$  и  $a_1$  надо измѣрять отъ перваго вертикала вмѣсто того, чтобы измѣрять ихъ отъ меридіана.

Если слой, разсматриваемый въ какомъ-нибудь участкѣ, лежитъ нижней своей границей ниже уровня моря, а верхній предѣлъ его составляетъ дѣйствительная неправильная поверхность земли, то можно принять съ значительной точностью слѣдующее положеніе, основанное на этой формулѣ: Для участковъ, ограниченныхъ окружностями, радіусы которыхъ составляютъ геометрическую прогрессию, и вертикальными плоскостями, синусы угловъ которыхъ съ основной плоскостью составляютъ арифметическую прогрессию, отклоненія, производимыя въ пунктахъ, лежащихъ въ центрѣ этихъ окружностей, въ направленіи параллельномъ къ основной плоскости, пропорціональны средней высотѣ земной поверхности въ предѣлахъ этого участка.

Слѣдуетъ сдѣлать три оговорки относительно этого положенія, касающіяся его точности. Эти примѣчанія касаются:

а) Участковъ, настолько удаленныхъ отъ даннаго пункта, что слѣдуетъ принимать во вниманіе кривизну земной поверхности.

б) Участковъ, лежащихъ близъ даннаго пункта, средняя поверхность которыхъ лежитъ настолько выше или ниже этого пункта, что необходимо ввести поправку на наклонъ.

в) Участковъ, нѣкоторыя части которыхъ лежатъ гораздо выше или гораздо ниже средней высоты участка.

О каждомъ изъ этихъ случаевъ будетъ еще сказано далѣе въ отдѣльности.

Для отношенія  $\frac{\delta}{\Delta}$  формулы принята величина  $\frac{1}{2,09}$ . Эта величина основана на значеніяхъ  $\Delta$  и  $\delta$ , выведенныхъ профессоромъ Вильямомъ Харкнессъ, именно,  $\Delta = 5.576$  и  $\delta = 2.67^1$ ).

<sup>1)</sup> Относительно значенія  $\Delta$  и объясненія данныхъ, на которыхъ оно основано, см. *The solar parallax and its related constants, by William Harkness, Washington, Government Printing office, 1891, pp. 89—91, 139.* Точно также и относительно значенія  $\delta$ , и основаній, на которыхъ оно выведено, см. тоже самое сочиненіе стр. 91—92.

Величина, принятая для произвольнаго постояннаго отноше-  
 нія  $\frac{r'}{r_1}$  между послѣдовательными радіусами окружностей, раздѣ-  
 ляющихъ участки, есть 1.426. Принятая произвольная постоянная  
 разность между синусами угловъ, образуемыхъ послѣдовательными  
 линиями, отдѣляющими участки, и основной плоскостью, есть 0,25.  
 Если принять эти частныя значенія, то слѣдуетъ, что

$$12.44 \frac{\delta}{\Delta} (\sin a' - \sin a_1) \log_e \frac{r'}{r_1} = 0.0001$$

и формула для вычисленія отклоненія, производимаго массою въ  
 каждомъ изъ участкомъ, сводится къ выраженію  $0.0001 h$ , гдѣ  $h$   
 выражено въ футахъ<sup>1)</sup>.

Или другими словами, отклоненіе, производимое въ данномъ  
 пунктѣ массою, лежащей выше поверхности моря въ каждомъ  
 изъ участковъ, выраженное въ сотыхъ доляхъ секундъ дуги, равно  
 средней высотѣ поверхности въ предѣлахъ этого участка, выра-  
 женной въ сотняхъ футовъ. Этотъ особый выборъ постоянныхъ  
 позволилъ избѣжать многочисленныхъ умноженій, которыя были бы  
 необходимы въ иномъ случаѣ.

Произвольный выборъ принятыхъ значеній  $(\sin a' - \sin a_1)$  и  
 $\frac{r'}{r_1}$  сдѣланъ былъ на основаніи трехъ соображеній.

Было очень важно избѣжать потери времени, связанной съ  
 произведеніемъ многочисленныхъ умноженій. Участки должны  
 быть достаточно малы, чтобы достигнуть требуемыхъ предѣловъ  
 точности при принятомъ способѣ; но они должны, однако, быть  
 достаточно велики, чтобы избѣжать излишнихъ подробностей при  
 вычисленіи. Участки должны представлять собою сплошныя про-  
 странства, не длинныя и узкія, чтобы облегчить опредѣленіе  
 средней высоты каждаго участка.

<sup>1)</sup> Въ виду того, что употреблявшіяся при этомъ изслѣдованіи карты показывали  
 высоту въ футахъ, а глубины въ футахъ и 6-ти футовыхъ сажняхъ, необходимо  
 было привести формулу къ единицѣ футовъ. При желаніи привести ее къ такому  
 виду, гдѣ за единицу принять былъ бы метръ, это не представило бы существенныхъ  
 затрудненій. Значеніе фута, 6-ти футовой сажени и мили, принятыхъ во всемъ этомъ  
 докладѣ, выраженное въ метрахъ, слѣдующее:

1 футъ = 0.3048006 метра.

1 сажень (6-ти футовая) = 1.828804 метра.

1 миля = 1609.347.

Радиусы принятыхъ окружностей, раздѣляющихъ участки, показаны въ слѣдующей таблицѣ; каждая группа изъ 16 участковъ, по 4 въ каждой четверти круга, составляетъ кольцо.

Для удобства, кольца обозначались номерами, начиная со внѣшняго кольца.

Номеръ кольца.	Внѣшній радіусъ.	Внѣшній радіусъ.	Номеръ кольца.	Внѣшній радіусъ.	Внѣшній радіусъ.
	<i>Мили.</i>	<i>Километры.</i>		<i>Мили.</i>	<i>Километры.</i>
1	2 564.0	4 126.4	18	5.895	9.487
2	1 757.1	2 827.8	19	4.134	6.653
3	1 219.4	1 962.4	20	2.899	4.665
4	850.8	1 369.2	21	2.033	3.272
5	595.2	957.9	22	1.4259	2.2948
6	416.8	670.8	23	1.0000	1.6093
7	292.2	470.3	24	0.7013	1.1286
8	204.9	329.8	25	0.4918	0.7915
9	143.7	231.3	26	.3449	0.5551
10	100.77	162.17	27	.2419	.3893
11	70.67	113.73	28	.1696	.2729
12	49.56	79.76	29	.1190	.1915
13	34.75	55.92	30	.0834	.1342
14	24.37	39.22	31	.0585	.0941
15	17.09	27.50	32	.0410	.0660
16	11.987	19.291	33	.0288	.0463
17	8.406	13.523	34	.0202	.0325

Ширина каждаго изъ колець отъ 6-го до 1-го увеличилась сверхъ ихъ значеній, соотвѣтствующихъ приведенному постоянному отношенію, на величину какъ разъ достаточную для того, чтобы принять въ соображеніе то обстоятельство, что для участковъ такъ далеко отстоящихъ отъ даннаго пункта, кривизна земной поверхности понижаетъ поверхность участка значительно ниже горизонта даннаго пункта. Увеличеніе радіуса равнялось 0.3 километра для внѣшняго радіуса кольца 6-го, а внѣшній радіусъ кольца 1-го увеличенъ былъ на 173 километра—отъ 3.953 до 4.126 километровъ.

Для карты опредѣленнаго масштаба, окружности и радіальныя линіи, опредѣляющія границы участковъ, чертились въ подлежащемъ масштабѣ на прозрачномъ листѣ целлулоида. Такой листъ целлулоида, съ обозначенными на немъ границами участковъ, названъ былъ для удобства сѣткою (template).

Для того, чтобы вычислить слагающую отклоненія по меридіану въ данномъ пунктѣ, вычислитель навладываетъ сѣтку на

карту въ горизонталяхъ такъ, чтобы пересѣченіе радіальныхъ линій находилось въ данномъ пунктѣ, а основная линія сѣтки совпадала съ меридіаномъ пункта. Затѣмъ онъ опредѣляетъ среднюю высоту поверхности въ предѣлахъ каждаго участка по горизонталямъ на картѣ, виднымъ сквозь сѣтку. Онъ отмѣчаетъ въ надлежащемъ столбцѣ своего вычислительнаго листа 0.01 отклоненія на каждыя 100 футовъ высоты надъ уровнемъ моря, придавая каждому надлежащій знакъ, смотря по тому, лежитъ ли разсматриваемый участокъ на сѣверъ или на югъ отъ даннаго пункта. Алгебраическая сумма всѣхъ записанныхъ, такимъ образомъ, величинъ и даетъ меридіональную слагаемую мѣстнаго отклоненія въ каждомъ пунктѣ.

Если требуется получить слагающую мѣстнаго отклоненія по первому вертикалу, единственное измѣненіе состоитъ въ томъ, что основную линію сѣтки слѣдуетъ наложить по направленію перваго вертикала, а не по меридіану, и придать записаннымъ величинамъ соотвѣтствующіе алгебраическіе знаки.

Для каждаго изъ различныхъ масштабовъ употреблявшихся картъ чертилась отдѣльная сѣтка.

Для тѣхъ участковъ, которые заключаютъ въ себѣ океаническія пространства, требуется нѣкоторое измѣненіе въ способѣ вычисленія, принятомъ для сухопутныхъ участковъ. Глубины бываютъ обыкновенно выражены въ 6-ти футовыхъ саженьяхъ, а не въ футахъ. Пространство между морскимъ дномъ и уровнемъ моря не должно считаться пустымъ, такъ какъ плотность морской воды равна 1.03. Для того, чтобы принять въ расчетъ оба эти обстоятельства, средняя глубина океаническаго участка, выраженная въ 6-ти футовыхъ саженьяхъ, помножалась на 3.69 и полученная величина вводилась въ вычисленіе, какъ отрицательная высота, выраженная въ футахъ.

Нѣкоторыя затрудненія встрѣчались при вычисленіяхъ на морскихъ картахъ малаго масштаба, составленныхъ въ проеціи Меркатора. Затрудненія эти были устранены особыми способами.

Слѣдующая страница представляетъ воспроизведеніе одного вычисленія отклоненія въ томъ видѣ, въ какомъ оно получено было отъ вычислителя.

Вычисленіе мѣстнаго отклоненія.

Цепкуъ наблюденія широты № 164, Казь, Мн.

Номеръ вольна.	Н О М Е Р Ъ   О Б Ѽ К Т О Р А.																Горизон- тальная сумма.	Общая сумма.
	Плюсъ, если цифра не напечатана <i>жирнымъ</i> .								Минусъ, если цифра не напечатана <i>жирнымъ</i> .									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
28	0."010	0."011	0."011	0."010	0."010	0."010	0."010	0."010	0."009	0."008	0."007	0."007	0."006	0."007	0."007	0."008	+0."02	+0."02
27	.010	.011	.011	.010	.011	.011	.011	.010	.008	.007	.006	.004	.005	.005	.006	.007	+ .04	+ .06
26	.009	.010	.009	.010	.010	.009	.009	.009	.007	.005	.004	.002	.002	.003	.004	.005	+ .04	+ .10
25	.008	.012	.011	.012	.010	.007	.005	.003	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	+ .06	+ .16
24	.008	.012	.012	.012	.010	.012	.010	.002	.006	.004	.003	.005	.002	.002	.000	.000	+ .06	+ .22
23	.007	.117	.015	.013	.015	.015	.005	.005	.010	.008	.008	.007	.005	.004	.004	.000	+ .05	+ .27
22	.005	.020	.024	.02	.02	.01	.01	.02	.02	.02	.02	.01	.004	.004	.004	.003	+ .04	+ .31
21	.006	.022	.02	.01	.01	.01	.01	.02	.01	.02	.02	.02	.01	.01	.02	.007	— .01	+ .30
20	.009	.025	.02	.01	.01	.01	.02	.01	.01	.02	.02	.01	.01	.01	.02	.016	— .00	+ .30
19	.012	.02	.01	.02	.02	.02	.01	.02	.01	.02	.02	.01	.01	.01	.02	.02	+ .01	+ .31
18	.012	.01	.02	.01	.01	.02	.01	.01	.01	.02	.01	.01	.01	.02	.01	.00	+ .01	+ .32
17	.01	.01	.01	.02	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.02	.01	.00	+ .01	+ .33
16	.01	.01	.01	.01	.01	.00	.01	.01	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.01	.01	— .04	+ .29
15	.00	.00	.02	.02	.02	.02	.02	.03	.02	.02	.02	.03	.02	.01	.01	.01	— .01	+ .28
14	.00	.00	.01	.01	.02	.02	.03	.04	.03	.03	.02	.03	.02	.01	.02	.01	— .04	+ .24
13	.01	.01	.01	.01	.01	.02	.03	.05	.05	.04	.03	.04	.02	.03	.02	.01	— .13	+ .11
12	.02	.00	.01	.01	.00	.01	.03	.05	.05	.03	.03	.04	.03	.02	.02	.01	— .18	— .07
11	.02	.03	.03	.02	.03	.01	.02	.05	.03	.04	.05	.04	.03	.02	.01	.01	— .30	— .37
10	.01	.01	.02	.03	.04	.03	.00	.02	.07	.08	.06	.04	.09	.07	.02	.05	— .56	— .93
9	.03	.01	.01	.04	.04	.04	.01	.03	.11	.10	.06	.05	.10	.07	.06	.04	— .68	— 1.61
8	.00	.01	.02	.05	.04	.04	.03	.07	.13	.11	.08	.08	.07	.05	.01	.00	— .65	— 2.26
7	.18	.25	.44	.02	.01	.03	.00	.09	.07	.07	.04	03	.10	.05	.01	.01	— 1.18	— 3.44
6	.52	.77	.95	.47	.36	.10	.00	.10	.08	.10	.12	.10	.01	.01	.04	.03	— 3.40	— 6.84
5	.90	1.01	1.01	1.02	.94	.65	.09	.12	.09	.12	.13	.14	.11	.10	.01	.05	— 6.25	— 13.09
4	1.00	1.00	.98	.95	1.00	.90	.22	.12	.05	.05	.11	.12	.13	.09	.02	.02	— 6.48	— 19.57
3	1.00	1.00	1.07	.95	1.07	1.03	.07	.10	.08	.02	.03	.02	.20	.62	.70	.45	— 4.63	— 24.20
2	.85	1.03	1.18	1.15	1.00	.55	.02	.03	.11	.03	.01	.10	.05	.05	.60	.77	— 4.51	— 28.71
1	.82	.80	.89	.50	.49	.37	.30	.06	.37	.04	.01	.07	.25	.04	.45	.67	— 3.55	— 32.26

Номера, придаваемые сектаромъ, возрастаютъ по направленію часовой стрѣлки. Секторъ, обозначенный № 1, ограничивается съ сѣверной стороны линіей, проведенной къ востоку отъ пункта; тотъ, который обозначенъ № 5, ограничивается съ восточной стороны линіей къ югу отъ пункта, и т. д.

Секторы отъ 1-го до 8-го представляютъ площади, лежація южнѣ пункта; поэтому отклоненія, соотвѣтствующія сухопутнымъ площадямъ внутри этихъ секторовъ, имѣютъ знакъ плюсъ. Для сухопутныхъ площадей внутри секторовъ 9-го и 16-го, лежащихъ, слѣдовательно, къ сѣверу отъ пункта, отклоненіе имѣетъ знакъ минусъ. Цифры, обозначенныя курсивомъ, представляютъ собою водные участки, высота которыхъ отрицательная. Знаки этихъ цифръ, написанныхъ курсивомъ, обратны знакамъ другихъ величинъ въ тѣхъ же секторахъ, какъ указано въ заголовкѣ.

Для всѣхъ участковъ въ кольцахъ отъ 28-го до 14-го, заключающихъ всѣ видоизмѣненія мѣстности на растояніи отъ 0.19 до 39.22 километровъ отъ пункта, величина отклоненія колеблется между 0."000 и 0."04, и не встрѣчается курсивъ,—т. е., средняя высота каждаго участка положительна и не превышаетъ 400 футовъ.

Курсивы, обозначающіе отрицательныя среднія высоты, начинаютъ встрѣчаться съ кольца 13-го. Обозначенная курсивомъ цифра 1.18 во 2 кольцѣ и 3 секторѣ выражаетъ, что въ этомъ участкѣ, лежащемъ въ западной части Атлантическаго океана, средняя глубина болѣе 3.000 шести-футовыхъ сажень.

Каждая запись въ столбцѣ, озаглавленномъ „горизонтальная сумма“, представляетъ алгебраическую сумму всѣхъ величинъ въ этой строкѣ и, слѣдовательно, представляетъ собою отклоненіе, производимое цѣлымъ кольцомъ. Въ этомъ пунктѣ ни одно изъ топографическихъ колецъ меньшихъ, чѣмъ кольцо 13, не производитъ отклоненія, большаго чѣмъ 0."06. Кольцо 4-е производитъ наиболѣе сильное отклоненіе—6."48. Это кольцо заключаетъ въ себѣ части океана со средними глубинами, достигающими почти 3.000 шести-футовыхъ сажень, и сухопутный участокъ, средняя высота котораго около 1.300 футовъ.

Каждая строка столбца, озаглавленная „общая сумма“, показываетъ сумму столбца, обозначеннаго „горизонтальная сумма“,

вплоть до этого мѣста. Каждая изъ этихъ величинъ есть, слѣдовательно, мѣстное отклоненіе, производимое всѣми кольцами отъ даннаго пункта до разсматриваемаго кольца, включая это кольцо. Этотъ столбецъ служить (хотя это не есть его главное назначеніе) чтобы показать, насколько важно, на примѣръ, въ приведенномъ пунктѣ—продолжать вычисленіе на большое разстояніе, если требуется получить, хотя бы приблизительно, точное значеніе величины мѣстнаго отклоненія.

Три соображенія привели къ тому, чтобы остановиться на кольцѣ (1), имѣющемъ внѣшній радіусъ равный 4.126 километрамъ (2.564 милямъ), какъ на наибольшемъ кольцѣ, принятомъ въ соображеніе при вычисленіи мѣстныхъ отклоненій: а) Въ слѣдующее большее кольцо вошли бы значительныя пространства, о высотѣ которыхъ имѣются лишь очень ограниченныя свѣдѣнія, какъ, на примѣръ, неизслѣдованныя арктическія пространства и внутренность Южной Америки. б) Наибольшее кольцо, включенное въ вычисленіе, имѣетъ достаточно большой внѣшній радіусъ для того, чтобы для пунктовъ, лежащихъ въ наиболѣе восточной части Соединенныхъ Штатовъ, кольцо достигало бы Тихаго океана, а для крайнихъ западныхъ пунктовъ оно достигало бы Атлантическаго океана. Такимъ образомъ, вычисленіе обнимаетъ собою всю ширину материка. Въ слѣдующемъ большемъ кольцѣ для всѣхъ пунктовъ вошли бы части обоихъ этихъ океановъ и вліяніе ихъ, вообще говоря, стало бы уравниваться одно другимъ. слѣдовательно, общее вычисленное вліяніе для каждаго изъ большихъ колецъ, не введенныхъ въ вычисленіе, было бы, вообще говоря, значительно меньше, чѣмъ вліянія каждаго изъ нѣсколькихъ послѣднихъ колецъ, включенныхъ въ вычисленіе. в) Чѣмъ больше разсматриваемое кольцо, тѣмъ ближе вычисленное мѣстное отклоненіе, соответствующее этому кольцу, стремится достигнуть нѣкоторой величины, постоянной для всего пространства Соединенныхъ Штатовъ, и тѣмъ менѣе, слѣдовательно, имѣетъ значеніе исключеніе этого кольца.

Результаты произведенныхъ вычисленій подтвердили заключеніе, выведенное на основаніи приведенныхъ выше соображеній, а именно, что не слѣдуетъ терять времени на то, чтобы распро-

странять вычисления дальше, чѣмъ на 4126 километровъ отъ каждаго пункта.

Чисто теоретическимъ путемъ можно было предположить, что не будетъ необходимости прямо вычислять мѣстное отклоненіе каждаго кольца для каждаго пункта, такъ какъ для внѣшнихъ (большихъ) колець вычисленные значенія для рядомъ лежащихъ пунктовъ будутъ настолько близки между собой, и будутъ такъ правильно измѣняться отъ одного пункта до другого, что возможно будетъ получать ихъ значеніе для нѣкоторыхъ пунктовъ путемъ интерполированія изъ окружающихъ пунктовъ.

Практика быстро подтвердила эту теорію. Найдено было возможнымъ получить путемъ интерполированія достаточно точныя значенія для нѣсколькихъ внѣшнихъ колець во многихъ пунктахъ. Вопросъ о томъ, начиная съ которыхъ изъ самыхъ меньшихъ колець можно съ увѣренностью принимать интерполированныя значенія, рѣшался смотря по степени согласія между интерполированными и вычисленными значеніями одного или болѣе колець, предшествующихъ выбранному кольцу. Подтвержденіе этого способа изложено подробно ниже въ главѣ „Точность вычисления мѣстныхъ отклоненій“.

Изъ 496 сдѣланныхъ вычисленій, только въ 68 случаяхъ оказалось нужнымъ вычислять всѣ кольца до 1-го и включая его. Въ 357 случаяхъ не было найдено необходимымъ продолжать вычисленіе дальше 4-го кольца (внѣшній радіусъ котораго 1369 километровъ), а въ 84 случаяхъ не далѣе 12-го кольца (внѣшній радіусъ 79.8 километра). Встрѣтилось 10 случаевъ, гдѣ пункты оказались необыкновенно близки другъ отъ друга и гдѣ оказалось возможнымъ интерполировать для всѣхъ колець, лежащихъ далѣе 22-го кольца (внѣшній радіусъ 2.3 километра).

Требуется гораздо больше времени для вычисления мѣстнаго отклоненія, производимаго внѣшнимъ кольцомъ большаго радіуса, чѣмъ для меньшаго внутренняго кольца. Вслѣдствіе этого отношеніе экономіи во времени, достигаемой интерполированіемъ, гораздо больше, чѣмъ отношеніе числа интерполированныхъ колець къ ихъ общему числу. Сокращеніе времени вычисленія, достигнутое интерполированіемъ, было въ общемъ очень велико.

Слѣдующая таблица показываетъ, въ какихъ размѣрахъ было найдено возможнымъ интерполированіе и какъ малы разницы между сосѣдними пунктами для колець одинаковаго размѣра. Пункты приведены въ географическомъ порядкѣ. Всѣ они находятся въ Мейнѣ, въ крайней сѣверо-восточной части пространства, обнимаемаго этимъ вычисленіемъ.

**Мѣстные отклоненія по меридіану.**

**отдельныя кольца.**

(Цифры жирнымъ обозначаютъ интерполированныя величины).

Номеръ кольца.	П У Н К Т Ъ   И   Е Г О   Н О М Е Р Ъ .								
	Балъ.	Куперь.	Хюардъ.	Хѣмбекъ.	Моунтъ Дезергъ.	Бангоръ.	Маунтъ Харрисъ.	Раггедъ Моунтънъ.	Фармингтонъ.
	164.	163.	158.	162.	157.	161.	159.	156.	160.
29	—	—	—	—	—0.03	—0.01	—	—	—
28	+0.02	—	—	—	— .06	— .01	—	—	—
27	+ .04	—	—	—	— .07	— .01	—	—	—
26	+ .04	—	—	—	— .00	— .00	—	—	—
25	+ .06	—	—	—	— .06	+ .01	—	—	—
24	+ .06	—	—	—	— .12	+ .01	—	—	—
23	+ .05	—	—	—	— .11	— .03	—	—	—
22	+ .04	—	—	—	+ .10	— .04	—	—	—
21	— .01	—	—	—	+ .26	— .06	—	—	—
20	.00	—	—	—	+ .07	— .05	—	—	—
19	+ .01	—	—	—	+ .04	— .02	—	—	—
18	+ .01	—	—	—	— .02	— .05	—	—	—
17	+ .01	+0.01	—0.04	—	— .02	+ .10	—0.01	—0.06	—0.05
16	— .04	+ .03	— .09	—0.03	— .06	+ .15	— .01	— .07	— .19
15	— .01	.00	— .21	— .16	— .07	+ .13	— .06	— .08	— .26
14	— .04	— .07	— .24	— .22	— .32	— .05	— .10	— .09	— .50
13	— .13	— .15	— .28	— .19	— .44	— .15	— .12	— .21	— .51
12	— .18	— .30	— .33	— .20	— .52	— .27	— .29	— .36	— .37
11	— .20	— .32	— .32	— .34	— .50	— .53	— .46	— .42	— .70
10	— .56	— .54	— .39	— .68	— .52	— .85	— .75	— .70	— .84
9	— .68	— .64	— .47	— .74	— .87	— .88	— .79	— .85	— .61
8	— .65	— .68	— .79	— .62	— .70	— .55	— .53	— .59	— .24
7	—1.18	—1.32	—1.97	— .96	—1.22	— .47	— .56	— .95	— .54
6	—3.40	—3.63	—4.47	—3.29	—3.61	—2.77	—2.81	—3.47	—2.51
5	—6.25	—6.29	—6.66	—5.97	—6.14	—5.56	—5.47	—5.76	—5.02
4	—6.48	—6.50	—6.70	—6.36	—6.45	—6.17	—6.09	—6.29	—5.74
3	—4.63	—4.72	—4.90	—4.77	—5.03	—4.79	—4.83	—5.06	—4.78
2	—4.51	—4.44	—4.33	—4.38	—4.21	—4.33	—4.27	—4.13	—4.18
1	—3.55	—3.60	—3.75	—3.58	—3.76	—3.53	—3.54	—3.71	—3.54

Значенія для колець отъ 11-го до 1-го въ пунктѣ 163 выведены были посредствомъ интерполированія соответствующихъ величинъ для пунктовъ 164, 158 и 162, вычисленныхъ ранѣе. Такимъ же образомъ величины для колець отъ 10-го до 1-го въ пунктѣ 162 были интерполированы изъ пунктовъ 164, 158 и 161.

Въ этомъ способѣ вычисленія мѣстныхъ отклоненій особенно важны три черты, способствующія сокращенію времени, нужнаго для вычисленій, а именно: а) такой выборъ участковъ, что для каждаго участка производимое отклоненіе равняется въ секундахъ 0.0001 средней высоты въ предѣлахъ этого участка, выраженной въ футахъ; б) употребленіе прозрачныхъ сѣтокъ на целлулоидѣ, на которыхъ обозначены границы участковъ; в) интерполированіе отклоненій для нѣкоторыхъ внѣшнихъ колець для нѣкоторыхъ пунктовъ изъ соотвѣтствующихъ величинъ, уже вычисленныхъ для окружающихъ пунктовъ.

Эти вычисленные отклоненія непременно существовали бы въ видѣ дѣйствительныхъ отклоненій, если бы плотность массы, составляющей всю земную поверхность и слѣдующіе слои вглубь до уровня самой низкой точки морского дна, равнялась бы 2.67 и если бы плотность веществъ ниже этого уровня не имѣла никакого отношенія къ рельефу мѣстности. Другими словами, это тѣ отклоненія, которыя должны имѣть мѣсто, если земная кора настолько тверда, что твердость ея удерживаетъ матеріи въ ихъ положеніи надъ уровнемъ моря.

Всѣ составляющія мѣстныхъ отклоненій по меридіану отрицательны, измѣняясь отъ — 0'53 въ пунктѣ Порьеюпайнъ (№ 216), на южномъ берегу Верхняго озера, до — 64'97 въ Санта Барбара, въ Калифорніи (№ 238). Всѣ эти вычисленные отклоненія имѣютъ одинаковый знакъ потому, что Соединенные Штаты лежатъ въ южной части Сѣверо-Американскаго материка.

Максимальная отрицательная слагающая отклоненія по первому вертикалу наблюдается въ Ноттъ-Айландъ въ Виргиніи, а именно — 54'30. Этотъ пунктъ лежитъ всего въ 130 километрахъ отъ подводнаго края материка, опредѣляемаго линіей 1000-саженныхъ глубинъ.

Максимальная положительная слагающая отклоненія по первому вертикалу приходится въ Пойнтъ-Арина, въ Калифорніи, а именно + 104'63. Этотъ пунктъ лежитъ всего въ 35 километрахъ отъ подводнаго края материка, опредѣляемаго линіей 1000-саженныхъ глубинъ.

Для Моунтъ-Урэй, въ Колорадо на  $106^{\circ}13'$  долготы и для всѣхъ пунктовъ къ востоку отъ него, слагающая отклоненія по первому вертикалу отрицательна. Для всѣхъ пунктовъ къ западу отъ Моунтъ-Урэй она положительна.

### Точность вычисленія мѣстныхъ отклоненій.

Ошибки въ вычисленныхъ отклоненіяхъ являются слѣдствіемъ множества причинъ и подчиняются законамъ, въ такой же степени разнообразнымъ.

Точность, съ которою нанесены на какую-нибудь данную карту горизонтали, зависитъ главнымъ образомъ: а) отъ числа точекъ на этомъ пространствѣ, высота и горизонтальное положеніе которыхъ опредѣлены инструментальными съемками, б) отъ точности инструментальныхъ съемокъ и в) отъ точности, съ которой начерченные горизонтали соотвѣтствуютъ опредѣленіямъ, сдѣланнымъ при помощи инструментовъ.

Очень вѣроятно, что можно пренебречь ошибками, появляющимися въ вычисленныхъ отклоненіяхъ вслѣдствіе ошибокъ въ инструментальныхъ съемкахъ, упомянутыхъ въ (б), что онѣ вліяютъ только на сотыя доли секунды.

Для нѣкоторыхъ пространствъ, затронутыхъ въ этомъ изслѣдованіи, число точекъ, опредѣленныхъ при помощи съемокъ, такъ мало, что среднія высоты этихъ пространствъ не извѣстны съ достаточной точностью. Гренландія представляетъ особенно яркій примѣръ этого.

Вообще говоря, горизонтали, начерченные на первоначальныхъ полевыхъ бруліонахъ, вѣроятно, настолько близки къ опредѣленіямъ, сдѣланнымъ инструментами, что не вводятъ ощутительныхъ ошибокъ въ вычисленные отклоненія, за исключеніемъ изображеній мѣстности, очень близко лежащихъ къ данному пункту. Но многія изъ картъ, употребляемыхъ на практикѣ, составлены въ гораздо меньшемъ масштабѣ, чѣмъ полевые бруліоны. Какъ необходимое слѣдствіе уменьшенія масштаба, горизонтали обобщаются. При этомъ процессѣ обобщенія, видимая средняя высота даннаго пространства, какъ она показана горизонталями,

можетъ быть измѣнена, и вѣроятно бываетъ измѣнена въ нѣкоторыхъ случаяхъ достаточно, чтобы повліять замѣтнымъ образомъ на вычисленныя отклоненія.

Трудно оцѣнить ошибки, возникающія этими тремя путями изъ за картъ, но вообще считается, что онѣ слишкомъ малы, чтобы причинить много серьезныхъ измѣненій въ вычисленныхъ результатахъ.

Ошибки въ средней высотѣ, читаемой съ картъ, для мѣстностей, близкихъ отъ пунктовъ, въ которыхъ дѣлались астрономическія наблюденія, производятъ въ вычисленныхъ отклоненіяхъ ошибки различныхъ знаковъ и очень разнообразны по размѣрамъ. Онѣ вводятъ въ вычисленныя отклоненія случайныя ошибки, вліяніе которыхъ должно бы въ значительной степени исключаться изъ результатовъ такого изслѣдованія, какъ настоящее, основанное на многихъ пунктахъ.

Съ другой стороны, ошибка въ средней высотѣ, прочитанной на картѣ, для площадей, довольно далеко отстоящихъ отъ всѣхъ пунктовъ, въ которыхъ дѣлались астрономическія наблюденія, и за предѣлами площади, покрытой этими пунктами, отзываются на вычисленныхъ отклоненіяхъ въ видѣ незначительныхъ ошибокъ. Но ошибки эти имѣютъ систематическій характеръ и вліяніе ихъ на результаты изслѣдованія не легко исключить, хотя бы изслѣдованіе было основано на наблюденіяхъ во многихъ пунктахъ. Напримѣръ, на основаніи самыхъ лучшихъ данныхъ, какія можно было получить, рѣшено было считать среднюю высоту Гватемалы равной 3.000 футовъ (914 метровъ). Возможно, что на самомъ дѣлѣ эта средняя высота не превышаетъ 2.000 футовъ (610 метровъ). Если такъ, то вычисленныя слагающія мѣстныхъ отклоненій по первому вертикалу ошибочны приблизительно на  $0^{\circ}01$  въ точкахъ близъ береговъ Атлантическаго океана и Мексиканскаго залива и приблизительно на  $0^{\circ}01$  съ обратнымъ знакомъ въ Санъ-Діаго, въ Калифорніи, причемъ эти значенія представляютъ самыя большія величины ошибки. Подобнымъ же образомъ, въ Новомъ Орлеанѣ, въ предполагаемомъ случаѣ, слагающая отклоненія по меридіану ошибочна на  $0^{\circ}04$ , такъ какъ эта величина представляетъ максимумъ ошибки, наблюдаемый вълѣдствіе

этой причины въ Соединенныхъ Штатахъ. Минимумъ ся равняется 0'01, съ тѣмъ же знакомъ, въ Калэ, въ штатѣ Мэйнъ.

Степень приближенія вычисленія къ данному пункту ограничена масштабомъ лучшихъ картъ или годныхъ для этого полевыхъ листовъ. Въ пунктѣ Мысь Мендочино (№ 252) вычисленіе слагающей отклоненія по меридіану доведено было до кольца 37-го, внутренній радіусъ котораго равняется 0.0079 километра. Въ Роузъ-Пойнтъ (№ 167) вычисленіе слагающей по меридіану остановилось на кольцѣ 13-мъ, внутренній радіусъ котораго равенъ 39.22 километрамъ. Это два крайнихъ случая, остальные лежатъ между ними. Въ 322 случаяхъ изъ 496 вычисленіе доводилось въ направленіи къ данному пункту по крайней мѣрѣ до 26-го кольца, внутренній радіусъ котораго равенъ 0.389 километра. Возникаетъ вопросъ: какъ велики ошибки въ вычисленныхъ отклоненіяхъ, причиняемыя этими пропусками рельефа мѣстностей, лежащихъ ближе къ пункту, чѣмъ ближайшее кольцо, вошедшее въ вычисленіе? Для 16 случаевъ, когда вычисленіе доводилось по крайней мѣрѣ до 35-го кольца, достовѣрно извѣстно, что ошибка, введенная благодаря пропущенному рельефу, вблизи даннаго пункта, менѣе 0'25. По соображеніямъ, привести которыя здѣсь нельзя за недостаткомъ времени, можно, повидимому, считать достовѣрнымъ, что, по крайней мѣрѣ въ 60 процентахъ всѣхъ случаевъ, ошибка, введенная пропусками въ рельефѣ, менѣе 0'50 и кажется вѣроятнымъ, что она менѣе 0'25 въ 50 процентахъ всѣхъ случаевъ. Вѣроятно, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ, особенно изъ числа 117, для которыхъ въ вычисленіе не входили кольца, меньшія 17-го, ошибка, вызванная этой причиной превышаетъ 2'

Для того, чтобы уменьшить, насколько возможно, всѣ виды выше разсмотрѣнныхъ ошибокъ, и происходящіе вслѣдствіе не точности картъ, при этой работѣ употреблялись лучшія изъ существующихъ картъ. Тѣ ошибки упомянутыхъ видовъ, которыя сохранились несмотря на это, нельзя было уменьшить никакимъ способомъ вычисленія. Онѣ входятъ въ данныя, а не происходятъ отъ способа вычисленія.

Точно также и ошибки въ вычисленныхъ отклоненіяхъ, происходящія изъ ошибочности принятаго отношенія поверхностной

плотности земли къ средней плотности, именно 1 къ 2.09, входятъ въ данныя задачи и не могутъ быть сокращены путемъ выбора какого-нибудь болѣе точнаго способа вычисленія. Мало вѣроятно, чтобы ошибка этого отношенія достигала одной пятнадцатой его самого. Поэтому и неточность въ вычисленныхъ отклоненіяхъ, вызванная этой причиной, измѣряется той же дробью.

Съ другой стороны, остающіяся ошибки, разсмотрѣнныя въ слѣдующихъ параграфахъ, могутъ быть уменьшены еще болѣе употребленіемъ болѣе точнаго способа вычисленія, или усовершенствованіемъ того метода, которымъ пользовались въ данномъ случаѣ.

Допуская, какъ было предположено въ вычисленіи, что отклоненіе, производимое массами въ предѣлахъ даннаго участка, пропорціонально средней высотѣ поверхности этого участка, пренебрегается то обстоятельство, что одинаковыя массы, расположенныя въ различныхъ частяхъ участка, производятъ неодинаковыя отклоненія въ данномъ пунктѣ. Изъ двухъ одинаковыхъ массъ въ предѣлахъ даннаго участка, лежащихъ на одной и той же радіальной линіи отъ пункта, масса, лежащая дальше отъ пункта, имѣетъ меньшее вліяніе. Изъ двухъ одинаковыхъ массъ въ предѣлахъ даннаго участка, лежащихъ на одинаковомъ разстояніи отъ пункта, та, которая расположена ближе къ положенію подъ прямымъ угломъ къ основной линіи на сѣтѣ (ближе къ направленію перваго вертикала, если вычисляется слагающая отклоненія по меридіану), имѣетъ меньше вліянія. Ошибки, происходящія отъ этой причины, очевидно, тѣмъ менѣе, чѣмъ меньше разсматриваемыя участки. Въ изслѣдованіи, о которомъ здѣсь идетъ рѣчь, предполагается, что участки настолько малы, чтобы дать увѣренность, что ошибка, вообще говоря, коснется только сотыхъ долей секунды. Кроме того, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда замѣчалось по мѣрѣ хода вычисленія, что въ данномъ участкѣ встрѣчаются большія и рѣзкія измѣненія въ высотахъ, особенно, если это было въ одномъ изъ большихъ участковъ, отмѣченныхъ на сѣтѣ, то для избѣжанія ошибокъ, вызванныхъ этимъ обстоятельствомъ, такой участокъ вновь подраздѣлялся на меньшіе участки. Величина и форма этихъ меньшихъ участковъ или подраздѣленій выбиралась различно, сообразно съ формулой.

Ошибки, получаемыя вслѣдствіе измѣненій въ высотѣ внутри какого-нибудь участка, принадлежатъ главнымъ образомъ къ числу случайныхъ ошибокъ.

Ошибки эти получаютъ вслѣдствіе неумѣнья вычислителя совершенно точно опредѣлить среднюю высоту въ предѣлахъ даннаго участка. Трудность такого опредѣленія возрастаетъ съ увеличеніемъ размѣровъ участка, съ увеличеніемъ общей измѣняемости высоты внутри этого участка и съ увеличеніемъ неправильности горизонталей. Въ процессѣ вычисленія высоты какого-нибудь участка, въ большинствѣ случаевъ не представляетъ затрудненія опредѣлить среднюю высоту съ ошибкою менѣе 100 футовъ, и получить такимъ образомъ каждое изъ отклоненій, соотвѣтствующихъ этимъ участкамъ, въ предѣлахъ меньшихъ, чѣмъ 0.01. Въ каждомъ изъ вычисленій, однако, встрѣчалось обыкновенно по нѣскольку участковъ, для которыхъ трудно было опредѣлить среднюю высоту. Для обезпеченія большей точности относительно этихъ затруднительныхъ участковъ, для того, чтобы получить провѣрку результатовъ и составить понятіе о степени достигнутой точности, оказалось нужнымъ, чтобы второй вычислитель дѣлалъ самостоятельныя опредѣленія средней высоты для каждого участка, по крайней мѣрѣ для 10 процентовъ участковъ, опредѣленныхъ первымъ вычислителемъ. Путемъ изученія картъ отбирались тѣ участки, относительно которыхъ можно было предполагать, что опредѣленіе ихъ средней высоты окажется наиболѣе труднымъ, и такіе участки назначались для вторичнаго опредѣленія. Разумѣется, для многихъ участковъ оказывалась нѣкоторая разница между опредѣленіями обоихъ вычислителей. Если опредѣленіе второго вычислителя оказывалось согласнымъ съ опредѣленіемъ перваго въ предѣлахъ меньше 0.20 въ каждомъ участкѣ, а также въ предѣлахъ 0.20 общаго отклоненія для даннаго пункта, работа перваго вычислителя оставалась нетронутой. Въ противномъ случаѣ, вычислители тщательно пересматривали работу вмѣстѣ, въ случаѣ надобности подраздѣляя участки на меньшіе, пока не достигали согласія въ указанныхъ границахъ. Въ 58 процентахъ всѣхъ случаевъ не оказалось необходимости пересматривать какой-нибудь участокъ сообща.

Какъ велики ошибки, вводимыя въ вычисленныя мѣстныя отклоненія интерполированіемъ величинъ, соотвѣтствующихъ внѣшнимъ кольцамъ? Полное вычисленіе сдѣлано было для 68 пунктовъ. Каждый новый пунктъ, для котораго дѣлалось вычисленіе, выбирался такъ, чтобы онъ по возможности лежалъ внутри треугольника, образованнаго ближайшими тремя пунктами, для которыхъ уже сдѣлано было вычисленіе, и близъ центра этого треугольника. Если производилось интерполированіе, то именно отъ этихъ трехъ окружающихъ пунктовъ.

Вычисленіе начиналось съ внутреннихъ, меньшихъ колець и продолжалось къ наружнымъ. Вычислители пользовались слѣдующими тремя правилами для рѣшенія вопроса о томъ, начиная съ какого кольца позволительно принимать интерполированныя значенія, принимая ихъ и для всѣхъ большихъ колець.

*Правило 1.* Слѣдуетъ принимать интерполированныя значенія, какъ окончательныя, начиная съ перваго кольца, для котораго такое интерполированіе допустимо согласно правилу 2-му или правилу 3-му, и которое лежитъ далѣе кольца, заключающаго въ себѣ одинъ ближайшій изъ трехъ пунктовъ, изъ которыхъ производится интерполированіе.

*Правило 2.* Назовемъ предѣломъ интерполированія для какого-нибудь кольца 1<sup>00</sup>, дѣленную на номеръ этого кольца. Подчиняясь условіямъ правила 1-го, интерполированіе допустимо начиная съ какого-нибудь опредѣленнаго кольца, если три кольца, слѣдующихъ внутрь (къ пункту), даютъ интерполированныя и вычисленныя величины, согласныя между собою въ предѣлахъ интерполированія.

*Правило 3.* Въ согласіи съ условіями правила 1-го, интерполированіе допустимо съ какого-нибудь даннаго кольца, если слѣдующее внутреннее кольцо даетъ результаты, согласныя въ предѣлахъ интерполированія, и если такое же согласіе наблюдается для соотвѣтствующаго кольца и для всѣхъ колець, лежащихъ далѣе наружу, отъ ближайшихъ изъ трехъ пунктовъ, изъ которыхъ производится интерполированіе.

При соблюденіи этихъ правилъ, общая ошибка, происходящая отъ введенія интерполированныхъ величинъ, была бы всегда

меньше 1<sup>00</sup>, если бы ошибка интерполированія имѣла для всѣхъ большихъ колець тотъ же знакъ и тѣ же размѣры, какіе имѣла разность  $J-C$  (интерполированная величина минусъ вычисленная) на послѣднемъ кольцѣ, для котораго дѣлалось ихъ сравненіе.

Предполагалось, однако, что согласіе между интерполированными и вычисленными значеніями (начиная съ колець, не меньшихъ, чѣмъ тѣ, о которыхъ говорится въ правилѣ 1-мъ), будетъ становиться гораздо болѣе близкимъ съ каждымъ слѣдующимъ наружнымъ кольцомъ. Предполагалось тоже, что для тѣхъ нѣсколькихъ колець, которыя интерполируются согласно правилу, различныя разности между интерполированными и вычисленными значеніями будутъ представлять собою какъ положительныя, такъ и отрицательныя величины, а слѣдовательно ошибки принятыхъ интерполированій будутъ отчасти исключаться изъ окончательнаго результата для даннаго пункта. Сначала оба эти предположенія основывались только на теоріи. Если они правильны, то общая величина ошибки, происходящей для какого-либо пункта вслѣдствіе допущенія интерполированныхъ величинъ, будетъ вообще говоря гораздо меньше 1<sup>00</sup>.

Правильность этихъ предположеній установлена результатами, полученными во время хода вычисленій. Во время хода 479 вычисленій сдѣлано было сравненіе между вычисленными и интерполированными величинами для нѣсколькихъ колець, отъ 2 до 15. Въ 73 процентахъ всѣхъ случаевъ среднее значеніе  $J-C$  (интерполированная величина минусъ вычисленная), независимое отъ знака, было меньше для внѣшней половины колець, для которыхъ производилось и интерполированіе, и вычисленіе въ этомъ пунктѣ, чѣмъ для внутренней половины этихъ колець. Такимъ же образомъ въ 84 процентахъ случаевъ получались какъ положительныя, такъ и отрицательныя значенія величинъ  $J-C$  для каждаго пункта.

Эти испытанія до таковой степени подтверждаютъ разсматриваемую теорію, что можно считать, что общая ошибка, вводимая въ какомъ-нибудь пунктѣ благодаря допущенію интерполированныхъ величинъ, рѣдко бываетъ больше 0<sup>75</sup>0, вообще же говоря она меньше 0<sup>72</sup>5.

Кромѣ того, сдѣлано было изслѣдованіе относительно возможной величины ошибокъ, перечисленныхъ ниже, и въ каждомъ случаѣ выведено было заключеніе, что ими можно пренебречь другими словами, что онѣ вліяютъ только на сотыя доли секундъ, — а не на десятыя. Ошибки эти слѣдующія:

1) Ошибки, происходящія вслѣдствіе съезживанія и искаженія употреблявшихся картъ.

2) Ошибки, происходящія отъ неточности построенія сѣтокъ.

3) Ошибки, происходящія вслѣдствіе неточнаго наложенія сѣтокъ на карты.

4) Ошибки, происходящія вслѣдствіе опущенія поправокъ за наклонъ, завѣдомо меньшихъ, чѣмъ  $0.01$ . Поправки за наклонъ, превышавшія  $0.01$ , вычислялись. Упомянутыя здѣсь поправки за наклонъ суть тѣ, которыя необходимы, чтобы принять во вниманіе, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ средняя поверхность внутри участка настолько выше или ниже пункта, что массы, входящія въ вычисленіе, не могутъ считаться находящимися на горизонтѣ пункта.

5) Ошибки, происходящія отъ отброшенныхъ десятичныхъ знаковъ.

Основанное на полномъ изученіи ошибокъ будетъ то заключеніе, что общая ошибка, вызываемая въ вычисленной величинѣ одной слагающей мѣстнаго отклоненія въ каждомъ пунктѣ всѣми причинами, рѣдко превышаетъ  $0.50$  и приблизительно въ половинѣ случаевъ она, вѣроятно, меньше  $0.25$ .

Изъ общаго изложенія были намѣренно исключены ошибки, происходящія отъ неточностей и неполноты существующихъ картъ, и отъ ошибки въ принятомъ отношеніи поверхностной плотности къ средней плотности земного шара.

Эти ошибки входятъ въ данныя и размѣры ихъ нельзя уменьшить путемъ усовершенствованія способа вычисленія или большей точности вычисленія.

### Методъ площадей.

При составленіи уравненій, связывающихъ наблюденныя отклоненія отвѣсныхъ линій съ одной стороны съ фигурой и раз-

мѣрами земнаго шара съ другой, употреблялся способъ площадей предпочтительно передъ способомъ дугъ.

Въ способѣ площадей не обращается никакого вниманія на вопросъ, расположены-ли различныя астрономическія точки приблизительно вдоль дугъ, или нѣтъ. Единственное необходимое условіе, кромѣ должной степени точности наблюденій, это то, чтобы всѣ астрономическія точки были связаны непрерывной триангуляціей, вычисленной на всемъ пространствѣ по одному базису, т. е. на основаніи одного и того же предположенія относительно экваторіальныхъ и полярныхъ размѣровъ сфероида сравненія и относительно начальной широты, долготы и азимута въ нѣкоторомъ одномъ пунктѣ. Астрономическія широты, долготы и азимуты всѣ входятъ въ одинъ рядъ уравненій.

По способу площадей, которымъ пользовались въ данномъ случаѣ, уравненія писались въ слѣдующей формѣ:

Для каждаго наблюденія астрономической широты:

$$k_1(\varphi) + l_1(\lambda) + m_1(\alpha) + n_1\left(\frac{a}{100}\right) + o_1(10.000e^2) + (\varphi_A - \varphi') = D_M$$

Для каждаго наблюденія астрономической долготы:

$$k_2(\varphi) + l_2(\lambda) + m_2(\alpha) + n_2\left(\frac{a}{100}\right) + o_2(10.000e^2) + \cos\varphi'(\lambda_A - \lambda') = D_P$$

Для каждаго наблюденія астрономическаго азимута:

$$k_3(\varphi) + l_3(\lambda) + m_3(\alpha) + n_3\left(\frac{a}{100}\right) + o_3(10.000e^2) - \cot\varphi'(\alpha_A - \alpha') = D_P$$

Значеніе различныхъ обозначеній въ этихъ уравненіяхъ слѣдующее:

Величины  $\varphi_A$ ,  $\lambda_A$  и  $\alpha_A$  суть наблюденныя астрономическія широты, долготы и азимута на астрономическихъ пунктахъ.

$\varphi'$ ,  $\lambda'$  и  $\alpha'$  обозначаютъ величины геодезическихъ широты, долготы и азимута на астрономическихъ пунктахъ, вычисленныя по исходнымъ даннымъ Соединенныхъ Штатовъ и по сфероиду Кларка 1866 года.

$\varphi_A - \varphi'$ , извѣстный членъ въ каждомъ уравненіи широты, представляетъ собою видимую слагающую отклоненія отвѣсной линіи по меридіану въ пунктѣ широты.

$\lambda_A - \lambda'$  есть разность между астрономической долготой и геодезической долготой.  $\cos\varphi'(\lambda_A - \lambda')$  есть эта разность, приведенная отъ параллели въ первомъ вертикальному и, слѣдовательно,

представляет собою видимую слагающую отклонения отвѣсной линіи по первому вертикалу въ какомъ-нибудь пунктѣ долготы.

Подобнымъ же образомъ —  $\cot \varphi (\alpha_1 - \alpha')$  представляет собою видимую слагающую отклонения отвѣсной линіи по первому вертикалу въ пунктѣ наблюденія азимута, полученную изъ наблюденнаго азимута.

Три величины  $(\varphi)$ ,  $(\lambda)$  и  $(\alpha)$  представляют собою искомыя вѣроятнѣйшія поправки (которыя должны быть получены изъ этихъ уравненій) для широты, долготы и азимута  $(\varphi, \lambda, \alpha)$ , въ начальномъ пунктѣ Мидсъ Ранчъ, въ Канзасѣ. Подобнымъ же образомъ  $(\frac{a}{100})$  есть одна сотая искомой вѣроятнѣйшей поправки величины экваторіальнаго радіуса, даннаго Кларкомъ (1866 г.), а  $(10.000 e^2)$  есть увеличенная въ 10.000 разъ искомая вѣроятнѣйшая поправка для величины квадрата эксцентриситета  $e^2$ , даннаго Кларкомъ въ 1866 г. <sup>1)</sup>

$k_1$  есть численный коэффициентъ, вычисляемый по приведенной ниже формулѣ; величина его такова, что если начальная широта (въ Мидсъ Ранчъ) была бы поправлена на величину  $(\varphi)$ , то измѣненіе разности  $\varphi_A - \varphi'$  равнялось бы  $k_1(\varphi)$ . Другими словами,  $k_1$  есть такой численный коэффициентъ, что если бы вычисленіе было начато съ начальной широты  $\varphi + (\varphi)$  вмѣсто начальной широты  $\varphi$ , то вычисленное значеніе широты въ разсматриваемомъ пунктѣ, (въ которомъ наблюдалась астрономическая широта) равнялось бы  $\varphi' - k_1(\varphi)$  вмѣсто  $\varphi'$ .

Подобнымъ же образомъ  $k_2$  есть такой численный коэффициентъ, что если бы начальная широта была поправлена на  $(\varphi)$ , то измѣненіе произведенное въ  $\cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  равнялось бы  $k_2(\varphi)$ .

Точно такъ же и  $k_3$  выражаетъ отношеніе между  $(\varphi)$  и  $-\cot \varphi' (\alpha_1 - \alpha')$ .

Коэффициенты  $l_1, l_2, l_3$  выражаютъ соотвѣтственныя отношенія между  $(\lambda)$ , поправкой начальной долготы, и  $(\varphi_A - \varphi')$ ,  $\cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  и  $-\cot \varphi' (\alpha_1 - \alpha')$  въ уравненіяхъ, относящихся соотвѣтственно къ широтамъ, долготамъ и азимутамъ.

<sup>1)</sup> Въ каждомъ изъ этихъ случаевъ скобки обозначаютъ поправку величины, указанной внутри скобокъ.

Такимъ же образомъ и коэффициенты  $m_1, m_2, m_3, n_1, n_2, n_3, o_1, o_2, o_3$  выражаютъ подобныя же отношенія между  $(\alpha), \left(\frac{\alpha}{100}\right)$  и  $(10000 e^2)$  и величинами  $(\varphi_A - \varphi'), \cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  и  $-\cot \varphi' (\lambda_A - \lambda')$ , составляющими извѣстные члены уравненій.

Величины  $D_M$ , представляющія собою остаточныя величины уравненій наблюденій широты, суть окончательныя необъясненныя части слагающихъ отклоненій отвѣсной линіи по меридіану. Величины  $D_P$ , представляющія остаточныя величины уравненій долготы и азимута, суть окончательныя необъясненныя части слагающихъ отклоненій отвѣсной линіи по первому вертикалу.

Рѣшеніе задачи по способу наименьшихъ квадратовъ состоитъ въ нахожденіи такихъ значеній для искомыхъ величинъ  $(\varphi), (\lambda), (\alpha), \left(\frac{\alpha}{100}\right)$  и  $(10.000 e^2)$ , при которыхъ  $\Sigma D_M^2 + \Sigma D_P^2$  была бы минимумъ, т. е. это рѣшеніе дѣлаетъ сумму квадратовъ искомыхъ отклоненій отвѣсной линіи наименьшею.

Величины  $(\varphi_A - \varphi'), \cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  и  $-\cot \varphi' (\alpha_A - \alpha')$  показаны въ послѣднемъ столбцѣ таблицъ на страницахъ 193—206 перваго тома (Report of the Fourteenth General Conference of the International Geodetic Association) и ихъ продолженія въ этомъ отчетѣ. Величины эти происходятъ изъ слѣдующихъ четырехъ главныхъ источниковъ:

1) Изъ ошибокъ въ начальной широтѣ, долготѣ и азимутѣ (въ Мидсѣ Ранчѣ), вошедшихъ въ вычисленіе геодезическихъ положеній, и изъ ошибокъ въ принятыхъ элементахъ ( $a$  и  $e^2$ ) сфероида Кларка 1886 года, по которымъ вычислялись геодезическія положенія.

2) Изъ ошибокъ въ астрономическихъ наблюденіяхъ, освобожденныхъ отъ вліянія мѣстныхъ отклоненій отвѣсной линіи.

3) Изъ ошибокъ въ триангуляціи, т. е. въ длинахъ и углахъ, установленныхъ триангуляціей.

4) Изъ отклоненій отвѣсной линіи.

Предполагается свести до минимума вліяніе ошибокъ, происходящихъ изъ источника (1), выведя изъ вычисленія, которое будетъ сдѣлано, наилучшія возможныя значенія для поправокъ начальныхъ данныхъ и элементовъ сфероида.

Тщательное изслѣдованіе разсматриваемаго случая, касающагося астрономическихъ наблюдений и триангуляціи въ Соединенныхъ Штатахъ, входящихъ въ настоящее изслѣдованіе, показываетъ, что вліяніе отклоненій отвѣсной линіи (4) на величины  $(\varphi_A - \varphi')$ ,  $\cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  и  $-\cot \varphi' (\alpha_A - \alpha')$  значительно превышаетъ вліяніе ошибокъ астрономическихъ наблюдений (2) и ошибокъ триангуляціи (3).

Слѣдовательно, будетъ правильно приступить къ рѣшенію по способу наименьшихъ квадратовъ на приведенномъ выше основаніи, т. е. искать такія значенія, которыя дѣлаютъ сумму  $\Sigma D_A^2 + \Sigma D_F^2$  наименьшею.

При выводѣ формулъ, по которымъ должны быть вычислены значенія коэффициентовъ  $k_1, k_2, k_3, l_1, l_2, l_3, o_1, o_2, o_3$ , исходной точкой служили уравненія, обозначенныя (36), приведенныя на стр. 249 „Account of the Principal Triangulation of the Ordnance Trigonometrical Survey of Great Britain and Ireland, by Capt. A. R. Clarke, London, 1858“ (отчетъ первоклассной триангуляціи управления Тригонометрическихъ Съеомовъ Великобританіи и Ирландіи, соч. капитана А. Р. Кларка, Лондонъ, 1858 г.). Недостатокъ мѣста не позволяетъ привести здѣсь выводъ этихъ формулъ. Формулы эти слѣдующія:

$$k_1 = -1 + \frac{S}{R} (1 + Q)_2 \frac{\sin^2 \omega}{\sin^2 \frac{1}{2} (\alpha_B - \alpha_F) \sin \theta} \quad l_1 = \text{нулю}$$

$$k_2 = -\sin \varphi' \sin \omega \quad l_2 = -\cos \varphi'$$

$$k_3 = -\frac{\cot \varphi' \sin^2 \omega}{\sin \alpha_F \sin \theta} \quad l_3 = \text{нулю}$$

$$m_1 = \frac{S}{R} (1 + Q) \frac{\sin \alpha_B (1 + \cos \omega)}{2 \sin^2 \frac{1}{2} (\alpha_B - \alpha_F)} \quad n_1 = \frac{100}{a \sin 1''} \frac{N}{R} \Theta \cos \alpha_B$$

$$m_2 = \frac{\cos \varphi' \cos \alpha_B \sin \omega}{\sin \alpha_F} \quad n_2 = -\frac{100}{a \sin 1''} \Theta \sin \alpha_B$$

$$m_3 = -\frac{\cot \varphi' \sin \alpha_B \cos \omega}{\sin \alpha_F} \quad n_3 = -\frac{100}{a \sin 1''} \Theta \sin \alpha_B$$

$$o_1 = \frac{N}{R} \frac{\sin^2 \varphi}{20.000 \sin 1'' (1 - e^2 \sin^2 \varphi)} \Theta \cos \alpha_B -$$

$$-\frac{R}{N} \frac{1}{40.000 \sin 1'' (1 - e^2)^2} (\varphi' - \varphi) [1 + 2 \sin^2 \varphi + 3 \omega (\varphi + \varphi')] ]$$

$$o_2 = -\frac{\sin^2 \varphi}{20.000 \sin 1'' (1 - e^2 \sin^2 \varphi)} \Theta \sin \alpha_B +$$

$$+ \frac{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2} \cos^2 \varphi}{60.000 a \sin 1'' (1 - e^2)^2} S \Theta^2 \cos^2 \alpha_F \sin \alpha_B$$

$$O_3 = - \frac{\sin^2 \varphi}{20.000 \sin 1'' (1 - e^2 \sin^2 \varphi)} \Theta \sin \alpha_B +$$

$$+ \frac{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2} \cos^2 \varphi}{60.000 a \sin 1'' (1 - e^2)^2} S \Theta^2 \cos^2 \alpha_F \sin \alpha_B$$

Обозначенія въ этихъ формулахъ имѣютъ слѣдующее значеніе:  $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $\alpha$  и  $\varphi'$ ,  $\lambda'$ ,  $\alpha'$  уже были опредѣлены, какъ представляющія принятую широту, долготу и азимуть начального пункта (въ данномъ случаѣ Мидсъ Ранчъ), и вычисленную геодезическую широту, долготу и азимуть того пункта, гдѣ производились астрономическія наблюденія.

$a$  есть экваторіальный радіусъ земнаго шара, а  $e$  — эксцентриситетъ эллипса, представляющаго поперечное сѣченіе земли по меридіану. Принятыя здѣсь величины  $a$  и  $e$  суть, конечно, величины, данныя Кларкомъ для 1866 года.

$S$  есть выраженное въ линейныхъ единицахъ разстояніе между точкой  $(\varphi, \lambda)$  и точкой  $(\varphi', \lambda')$ .

$\alpha_F$  есть азимуть очъ точки  $(\varphi, \lambda)$  къ точкѣ  $(\varphi', \lambda')$ , а  $\alpha_B$  есть обратный азимуть между тѣми же точками.

$R$  есть радіусъ кривизны меридіана на широтѣ  $\frac{1}{2}(\varphi + \varphi')$ .

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}}$$

$$\Theta = \frac{S}{N} \left[ 1 + \frac{e \Theta^2}{6(1 - e^2)} \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha_F \right]$$

$$Q = \frac{\Theta^2}{12} \cos^2 \frac{1}{2}(\alpha_B + \alpha_F)$$

То обстоятельство, что  $l_1$  и  $l_3$  равны нулю, выражаетъ, что измѣненіе принятой начальной долготы не мѣняетъ значенія вычисленной широты или вычисленнаго азимута въ какомъ-либо пунктѣ триангуляціи.

Пользуясь этими формулами, вычисленіе искомыхъ численныхъ значеній коэффиціентовъ  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ ,  $o_1$ ,  $o_2$ ,  $o_3$  не встрѣтило никакихъ особыхъ затрудненій.

Наибольшая величина  $S$ , вошедшая въ это изслѣдованіе, равнялась 2.647,1 километрамъ.

Слѣдующія выбранныя уравненія служатъ поясненіемъ, какимъ образомъ измѣняются коэффиціенты въ разныхъ мѣстахъ изслѣдуемой площади. Номера пунктовъ относятся къ печатнымъ спискамъ и позволяютъ найти астрономическій пунктъ, о которомъ идетъ рѣчь, и опредѣлить точное положеніе.

Уравненія наблюденій.

Родъ астрономическихъ наблюденій.	Номеръ пункта.					
Широта . . . . .	63	-1.000 (φ)	-0.003 (α <sub>W</sub> )	-0.021 ( $\frac{a}{100}$ )	+0.054 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 0.43=D <sub>M</sub>	C.
Долгота . . . . .	66	+ .003 (φ) - 0.780 (λ)	- .009 (α <sub>N</sub> )	- .014 ( $\frac{a}{100}$ )	- .018 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 6.72=D <sub>F</sub>	
Азимуть . . . . .	65	- .007 (φ)	+1.235 (α <sub>N</sub> )	+ .011 ( $\frac{a}{100}$ )	+ .014 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 6.47=D <sub>F</sub>	
Широта . . . . .	164	- .854 (φ)	+ .404 (α <sub>N</sub> )	+ .079 ( $\frac{a}{100}$ )	-1.032 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 3.71=D <sub>M</sub>	NE.
Долгота . . . . .	17	+ .368 (φ) - .705 (λ)	+ .024 (α <sub>N</sub> )	-1.338 ( $\frac{a}{100}$ )	-1.686 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 3.59=D <sub>F</sub>	
Азимуть . . . . .	171	+ .730 (φ)	+ .938 (α <sub>N</sub> )	-1.330 ( $\frac{a}{100}$ )	-1.678 (10 00000 <sup>a</sup> ) - .01=D <sub>F</sub>	
Широта . . . . .	135	- .989 (φ)	+ .115 (α <sub>N</sub> )	- .538 ( $\frac{a}{100}$ )	+1.722 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 5.42=D <sub>M</sub>	S.
Долгота . . . . .	141	+ .074 (φ) - .866 (λ)	- .165 (α <sub>N</sub> )	- .372 ( $\frac{a}{100}$ )	- .470 (10 00000 <sup>a</sup> ) - .19=D <sub>F</sub>	
Азимуть . . . . .	139	+ .344 (φ)	+1.511 (α <sub>N</sub> )	- .438 ( $\frac{a}{100}$ )	- .555 (10 00000 <sup>a</sup> ) + .82=D <sub>F</sub>	
Широта . . . . .	232	- .982 (φ)	+ .145 (α <sub>N</sub> )	- .508 ( $\frac{a}{100}$ )	-1.005 (10 00000 <sup>a</sup> ) + 9.39=D <sub>M</sub>	N.
Долгота . . . . .	202	+ .140 (φ) - .688 (λ)	+ .116 (α <sub>N</sub> )	- .485 ( $\frac{a}{100}$ )	- .614 (10 00000 <sup>a</sup> ) - 9.64=D <sub>F</sub>	
Азимуть . . . . .	204	+ 239. (φ)	+1.045 (α <sub>N</sub> )	- .440 ( $\frac{a}{100}$ )	- .557 (10 00000 <sup>a</sup> ) - 9.93=D <sub>F</sub>	
Широта . . . . .	252	- .900 (φ)	- .339 (α <sub>W</sub> )	- .097 ( $\frac{a}{100}$ )	- .382 (10 00000 <sup>a</sup> ) - 4.84=D <sub>M</sub>	W.
Долгота . . . . .	1	- .267 (φ) - .778 (λ)	- .052 (α <sub>W</sub> )	+1.085 ( $\frac{a}{100}$ )	+1.388 (10 00000 <sup>a</sup> ) +16.98=D <sub>F</sub>	
Азимуть . . . . .	2	- .664 (φ)	+1.114 (α <sub>W</sub> )	+1.069 ( $\frac{a}{100}$ )	+1.367 (10 00000 <sup>a</sup> ) +10.90=D <sub>F</sub>	

Три уравненія обозначенныя через „С“ соответствуютъ пунктамъ, находящимся въ центральной части близъ начального пункта. Подобнымъ-же образомъ „NE“ обозначаетъ уравненія относящіяся къ пунктамъ, расположеннымъ въ крайней сѣверовосточной части площади, „S“ въ крайней южной, „N“ въ крайней сѣверной и „W“ въ крайней западной части.

При изслѣдованіи составлено было 507 такихъ уравненій, соотвѣтствующихъ 507 сдѣланнымъ астрономическимъ наблюденіямъ.

Образованіе нормальныхъ уравненій изъ этихъ уравненій и рѣшеніе нормальныхъ уравненій не представило никакихъ особенностей.

Хотя это будетъ повтореніемъ уже сказаннаго, желательно особенно подчеркнуть два преимущества способа площадей передъ способомъ дугъ.

а) При употребленіи способа площадей, нѣтъ необходимости вести триангуляцію приблизительно по направленію дугъ меридіановъ или дугъ параллелей, ни ограничивать соотвѣтственнымъ образомъ размѣщеніе астрономическихъ станцій. Изслѣдователямъ предоставляется полная свобода производить триангуляцію гдѣ угодно и въ какомъ бы то ни было направленіи, гдѣ рельефъ мѣстности и другія условія оказываются наиболѣе благопріятными для быстрого и экономнаго хода работъ. Рѣшеніе по способу площадей имѣетъ общій характеръ и позволяетъ вполне использовать всѣ наблюденія астрономической широты, долготы и азимута, каково бы ни было ихъ взаимное распредѣленіе.

б) При методѣ дугъ пренебрегаются нѣкоторыя важныя строгія условія, связывающія пересѣкающіяся между собою дуги, послѣдствіемъ чего является уменьшеніе точности получаемыхъ результатовъ. Такихъ случаевъ пренебреженія нѣкоторыми условіями не встрѣчается въ способѣ площадей. Напримѣръ, если дуга меридіана и дуга параллели пересѣкаютъ другъ друга, то такъ какъ триангуляція, относящаяся къ обѣимъ дугамъ, на самомъ дѣлѣ непрерывна, то при способѣ дугъ не принимается во вниманіе то обстоятельство, что для всякаго триангуляціоннаго пункта общаго обѣимъ дугамъ, обѣ широты, выведенныя изъ этихъ двухъ дугъ, должны быть тождественны, обѣ долготы должны быть тождественны и оба азимута отъ этого пункта къ какому-нибудь другому тоже должны быть тождественны. Это—три строгихъ условія, которыя существуютъ въ природѣ, но не принимаются во вниманіе при рѣшеніи по способу дугъ. Съ другой стороны, при употребленіи метода площадей всѣ подобныя условія вполне принимаются во вниманіе въ составляемыхъ уравненіяхъ, слѣдствіемъ чего является большая точность выводимыхъ результатовъ.

Чтобы пояснить выводъ фигуры земли по способу дугъ, можно предположить, что опытному формовщику дается нѣсколько твердыхъ проволокъ, каждая изъ которыхъ представляетъ собою геодезическую дугу меридіана или параллели, причемъ каждая изъ нихъ согнута по радіусу, выведенному на основаніи астрономическихъ наблюдений на этой дугѣ; ему говорятъ, на какой широтѣ каждая дуга лежитъ на геоидѣ, и затѣмъ требуютъ, чтобы онъ построилъ эллипсоидъ вращенія, наиболѣе точно соотвѣтствующій согнутымъ проволокамъ.

Подобнымъ же образомъ можно пояснить способъ площадей, предположивъ, что формовщику дается кусокъ листового металла, вырѣзанный по очертаніямъ непрерывной триангуляціи, снабженный необходимыми астрономическими наблюденьями и сформованный такъ, чтобы онъ точно совпадалъ съ изгибами геоида, показанными астрономическими наблюденьями; затѣмъ формовщикъ долженъ построить эллипсоидъ вращенія, который наиболѣе точно подходилъ бы къ формѣ согнутаго листа. Такой согнутый листъ по существу заключаетъ въ себѣ упомянутыя выше согнутыя проволоки и, кромѣ того, эти проволоки теперь твердо укрѣплены въ подобающихъ имъ взаимныхъ положеніяхъ. Однако, этотъ листъ представляетъ собою нѣчто гораздо большее, чѣмъ система согнутыхъ проволокъ, такъ какъ каждая дуга, обыкновенно рассматриваемая какъ линія, на самомъ дѣлѣ представляетъ собою поясъ значительной ширины, который въ данномъ случаѣ вполне использованъ.

Очевидно, что формовщику гораздо лучше удалось бы точно построить искомый эллипсоидъ вращенія по одному такому согнутому листу, чѣмъ по нѣсколькимъ согнутымъ проволокамъ.

### **Необходимость разсмотрѣнія теоріи изостасіи.**

Въ изслѣдованіи, о которомъ идетъ здѣсь рѣчь, опредѣленно принимается во вниманіе теорія о существованіи состоянія, называемаго изостасіей.

Провѣрка того, насколько она дѣйствительна, а также и вліяніе ея на задачу опредѣленія фигуры земли, составляютъ значительную часть этого изслѣдованія. Поэтому будетъ умѣстно дать здѣсь

нѣкоторый отчетъ объ указаніяхъ, вслѣдствіе которыхъ теорія изостасіи должна приниматься во вниманіе при всякомъ изслѣдованіи фигуры земли, если требуется обезпечить возможно большую его точность.

Всякое, даже самое грубое, изслѣдованіе отклоненій отвѣсной линіи, которыя должны производиться массами, составляющими матеріи, считая ихъ за излишки массы, и океаны, считая ихъ за недостатки массы, показываетъ, что упомянутыя вычисленныя отклоненія гораздо больше, чѣмъ тѣ, которыя наблюдаются въ дѣйствительности.

Сдѣлано было нѣсколько такихъ вычисленій, разсматривая нѣкоторыя матеріи какъ приближенія къ нѣкоторымъ геометрическимъ фигурамъ<sup>1)</sup>. Эти вычисленія показываютъ, что отклоненія отвѣсной линіи, превышающія 30", должны были бы встрѣчаться часто. Но наблюденныя отклоненія не оказываются такими.

Съ другой стороны, каждое тщательное изученіе направленій и величинъ наблюденныхъ отклоненій ясно показываетъ, что вообще говоря, направленія отклоненій и ихъ относительныя величины находятся въ очевидной связи съ рельефомъ мѣстности, окружающей пункты наблюденій. Направленія отклоненій, обыкновенно, приблизительно, соотвѣтствуютъ тѣмъ, какія можно было бы ожидать, если бы предположить, что причиной ихъ является рельефъ мѣстности. Подобное же явленіе наблюдается при разсмотрѣніи ихъ относительныхъ величинъ: въ пространствахъ съ низкимъ рельефомъ и малымъ наклономъ наблюденныя отклоненія бывають обыкновенно малы, тогда какъ площади съ высокимъ рельефомъ и крутыми наклонами и ближайшія къ нимъ мѣстности характеризуются болѣе значительными наблюдаемыми отклоненіями. Таковы общіе факты относительно наблюдаемыхъ отклоненій. Можно привести много отдѣльныхъ исключеній, но общее положеніе, высказанное выше, настолько справедливо, что оно можетъ служить указаніемъ направленія, въ которомъ надо

<sup>1)</sup> Для примѣра см. *Nöhere Geodesie*, Helmert, часть II, со страницы 313 и *Bulletin 48 U. S. Geological survey, on the Form & Position of Sea Level*, R. S. Woodward, стран. 80—85.

Выдѣлены 48 геологическихъ съемокъ въ Соединенныхъ Штатахъ «о фигурѣ и положеніи морскаго уровня» Т. С. Вудворда.

искать какихъ-нибудь общихъ законовъ, связывающихъ наблюденные факты.

Эскизъ, показывающій горизонтали на части геоида, лежащей въ восточной части Соединенныхъ Штатовъ<sup>1)</sup>, представляетъ собою такой опытъ изученія наблюденныхъ отклоненій, приводящій къ только что высказанному заключенію.

Причина отклоненій вертикальной линіи должна лежать въ неправильномъ распредѣленіи массъ, составляющихъ земной сфероидъ. Такія неправильности могутъ быть или результатомъ неправильностей земной поверхности (рельефъ), или результатомъ неправильнаго распредѣленія плотностей подъ поверхностью. Отклоненія не могутъ быть вызваны никакими другими причинами.

Неправильности земной поверхности (рельефъ) видимы и извѣстны. Распредѣленіе плотностей подъ поверхностью невидимо и неизвѣстно. Такъ какъ даже приблизительное изученіе вліянія извѣстнаго рельефа, какъ причины отклоненій отвѣсной линіи, показываетъ большую разницу между отклоненіями, которыя должны были бы имѣть мѣсто вслѣдствіе этой причины, и тѣми, которыя наблюдаются въ дѣйствительности, то кажется очевиднымъ, что для объясненія такого разногласія надо обратиться къ распредѣленію плотностей въ подповерхностныхъ слояхъ. Кромѣ того, на основаніи общихъ соображеній, изложенныхъ въ предъидущихъ параграфахъ, повидимому долженъ существовать какой-то общій законъ распредѣленія подповерхностныхъ плотностей, устанавливающій такое отношеніе между этими плотностями и возвышеніями на поверхности, при которомъ отклоненія производимыя рельефомъ неполнымъ образомъ уравниваются отклоненіями, производимыми различіемъ въ плотностяхъ болѣе глубокихъ слоевъ.

Теорія изостазіи предполагаетъ именно такое отношеніе между подповерхностными плотностями и возвышеніями поверхности.

Таковы вкратцѣ соображенія, которыя привели къ рѣшенію основательно изслѣдовать возможные отношенія между теоріей изостазіи и отклоненіями отвѣсной линіи въ связи съ настоящимъ изслѣдованіемъ.

<sup>1)</sup> См. Report of the Fourteenth General Conference of the International Geodetic Association (Докладъ 14-го общаго собранія международнаго геодезическаго союза) томъ I, стр. 208—212, гдѣ находится этотъ чертежъ и объясненіе метода, по которому на немъ построены горизонтали.

### Опредѣленіе изостасіи.

Еслибъ земля состояла изъ однороднаго вещества, то ея форма равновѣсія подѣ влияніемъ силы тяжести и собственнаго вращенія была бы эллипсоидомъ вращенія.

Земля состоитъ изъ разнороднаго вещества, плотность котораго въ значительной степени различна. Еслибъ это разнородное вещество было распределѣно такъ, что его плотность въ какой-либо точкѣ зависѣла бы просто отъ глубины, на которой эта точка лежитъ ниже поверхности, или, выражаясь болѣе точно, если бы плотность вещества, лежащаго на каждой уровенной поверхности (принимая во вниманіе вращеніе), была бы одинакова, то существовало бы состояніе равновѣсія и не было бы стремленія къ перераспределенію массъ.

Еслибы разнородное вещество, составляющее землю, не было распределѣно такимъ образомъ съ самаго начала, то влияніе силы тяжести стремилось бы привести къ такому распределенію; но, такъ какъ вещество это не представляетъ собою совершенной жидкости, а обладаетъ значительной вязкостью, по крайней мѣрѣ вблизи отъ поверхности, то перераспределеніе это не будетъ полнымъ. При частичномъ перераспределеніи все же останутся нѣкоторыя натяженія; плотность различныхъ частей одного и того же уровеннаго слоя можетъ быть не совсѣмъ одинакова и дѣйствительная поверхность земли будетъ слегка отступать отъ формы эллипсоида вращенія въ томъ смыслѣ, что надъ каждой областью, плотность которой недостаточна, на эллипсоидѣ появится бугоръ или возвышеніе, а надъ каждымъ пространствомъ слишкомъ большой плотности окажется, говоря относительно, углубленіе. Возвышенія на этомъ предполагаемомъ земномъ шарѣ будутъ его горы, плоскогорія и матеріи; углубленія—будутъ его океанами.

Избытокъ вещества, представляемый той частью материка, которая лежитъ выше уровня моря, будетъ компенсироваться недостаточной плотностью вещества, лежащаго подъ нимъ. Матеріики будутъ удерживаться, такъ сказать, въ плавучемъ состояніи, потому что они состоятъ изъ сравнительно легкаго вещества; а дно океана этой предполагаемой земли будетъ, подобнымъ же образомъ, углублено, потому что оно состоитъ изъ болѣе плотнаго

вещества. Это особое состояніе приближительнаго равновѣсія получило названіе изостасіи.

Приспособленіе вещества, стремящагося придти въ то состояніе, которое происходитъ въ природѣ вслѣдствіе вліянія силы тяжести, можно назвать изостатическимъ уравниваніемъ.

Компенсацію или возмѣщеніе избытка вещества на поверхности (материка) недостаточной плотностью ниже лежащихъ слоевъ, и недостатка вещества на поверхности (океаны) избыткомъ плотности нижнихъ слоевъ можно назвать изостатической компенсаціей.

Назовемъ глубину, на которой изостатическая компенсація полная,—глубиною компенсаціи. На этой глубинѣ и ниже ея состояніе, по отношенію къ какому-либо элементамъ массы, будетъ изостатическимъ; то есть, каждый элементъ массы подвергается одинаковымъ давленіямъ со всѣхъ сторонъ, какъ если бы онъ былъ частью совершенной жидкости. Съ другой стороны, выше этой глубины каждый элементъ массы подвергается, вообще говоря, различнымъ давленіямъ съ разныхъ сторонъ,—т. е. вліяніямъ, которыя стремятся исказать его и привести въ движеніе.

Взглядъ, подразумеваемый въ этомъ опредѣленіи „глубины компенсаціи“, а именно, что изостатическая компенсація оказывается полною на нѣкоторой глубинѣ, гораздо меньшей, чѣмъ земной радіусъ, обыкновенно не выражается въ литературѣ этого вопроса, но это взглядъ, съ которымъ нельзя не считаться, если тщательно изучать вопросъ съ какой-либо точки зрѣнія.

### **Вычисленіе отклоненій, принимая въ расчетъ изостатическую компенсацію.**

Чтобы сдѣлать возможнымъ вычисленіе отклоненій отвѣсной линіи, принимая во вниманіе какъ рельефъ, такъ и изостатическую компенсацію, въ главной части этого излѣдованія принималось, что компенсація распредѣляется равномерно относительно глубины, начиная отъ поверхности до предѣльной глубины компенсаціи; то есть, принималось, что недостатокъ плотности подъ какой-нибудь данною частью возвышенной континентальной площади, въ сравненіи съ плотностью на томъ же уровнѣ подъ береговой площадью, лежащей на уровнѣ моря, представляетъ

собою нѣкоторую постоянную для всѣхъ уровней, лежащихъ между поверхностью и предѣльной глубиной компенсаціи. Предполагается, что ниже этой глубины уже не существуетъ недостатковъ или избытковъ плотности.

Это предположеніе было принято какъ подходящая для практическихъ цѣлей гипотеза потому, что оно является однимъ изъ разумныхъ предположеній, наиболѣе поддающихся вычисленію, а также потому, что оно казалось самымъ вѣроятнымъ и простымъ предположеніемъ.

На основаніи этого предположенія можно вычислять отклоненіе, производимое вліяніемъ недостатка или избытка вещества, лежащаго ниже поверхности, которое и составляетъ изостатическую компенсацію, по той же формулѣ, которая употреблялась при вычисленіи мѣстныхъ отклоненій. Однако, въ этомъ случаѣ необходимо писать формулу въ ея болѣе точномъ видѣ, гдѣ бы входила разниця между высотами пункта наблюденія и поверхности разсматриваемой массы.

Формула въ томъ видѣ, какъ она употребляется въ этомъ случаѣ, имѣетъ слѣдующій видъ

$$D_c = 12.744 \frac{\delta_1}{\Delta} h_1 (\sin a' - \sin a_1) \log_2 \frac{r' + \sqrt{(r')^2 + h_1^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + h_1^2}}$$

соотвѣтствующій формулѣ, которою пользовались при вычисленіи мѣстныхъ отклоненій, а именно:

$$D = 12.744 \frac{\delta}{\Delta} h (\sin a' - \sin a_1) \log_2 \frac{r'}{r_1}$$

$D_c$  есть слагающая отклоненія въ данномъ пунктѣ, производимая компенсирующимъ недостаткомъ массы, заключенной въ слоѣ, толщина котораго равна  $h_1$  и который лежитъ внутри участка, ограниченнаго указанными раньше предѣлами. Значенія символовъ  $\Delta$ ,  $a'$ ,  $a_1$ ,  $r'$  и  $r_1$ , общихъ обѣимъ формуламъ, тождественны въ обоихъ случаяхъ.

$h_1$  есть глубина компенсаціи. То обстоятельство, что глубина эта велика сравнительно со многими изъ значеній  $r'$  и  $r_1$ , вызываетъ необходимость, какъ было показано выше, ввести въ формулу радикалы, содержащіе  $h_1^2$  <sup>1)</sup>.

$\delta_1$  представляетъ компенсирующій недостатокъ плотности. Предположеніе, что компенсація полна на глубинѣ  $h_1$  и равно-

<sup>1)</sup> См. Геодезію Кларка (Clarke's Geodesy), стр. 295.

мѣрно распредѣлена относительно глубины, дѣлаетъ общій недостатокъ массы подѣ какимъ-нибудь сухопутнымъ участкомъ равнымъ общей массѣ, лежащей надъ уровнемъ моря въ этомъ участкѣ. Для каждаго даннаго участка (помня, что  $h$  есть средняя высота поверхности въ предѣлахъ этого участка) площадь этого участка, умноженная на  $\delta h$ , представляетъ всю массу, лежащую надъ уровнемъ моря.

Подобнымъ же образомъ, компенсирующей недостатокъ массы подѣ тѣмъ же участкомъ равняется площади участка, умноженной на  $\delta_1 h_1$ . Отсюда предположеніе о равенствѣ массъ дѣлаетъ  $\delta h = -\delta_1 h_1$ . Подставляя  $\delta h$  вмѣсто  $-\delta_1 h_1$  въ приведенной выше формулѣ для  $D_c$ , получаемъ

$$D_c = -12''44 \frac{\delta}{\Delta} h (\sin a' - \sin a_1) \log_{\varepsilon} \frac{r' + \sqrt{(r')^2 + h_1^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + h_1^2}}.$$

Это совершенно та же формула, какъ приведенная выше формула для  $D$ , кромѣ послѣдняго логарифмическаго множителя.

$$\text{Отсюда } \frac{D_c}{D} = \frac{\log \frac{r' + \sqrt{(r')^2 + h_1^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + h_1^2}}}{\log \frac{r'}{r_1}}.$$

Здѣсь нѣтъ надобности указывать, что логарифмы относятся къ основанію  $\varepsilon$ , потому что отношеніе логарифмовъ одинаково, каково бы ни было ихъ основаніе.

Пусть  $F$  будетъ множителемъ, на который нужно умножить мѣстное отклоненіе  $D$ , чтобы получить составную силу отклоненія  $D + D_c$ , происходящую и отъ вліянія притяженія наружныхъ массъ, и отъ возмѣщающихъ недостатковъ или избытковъ массъ, лежащихъ ниже поверхности.

$$\text{Тогда } F = \frac{D + D_c}{D} = 1 - \frac{\log \frac{r' + \sqrt{(r')^2 + h_1^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + h_1^2}}}{\log \frac{r'}{r_1}}$$

Если приложеніе этой формулы ограничить рассматриваемымъ частнымъ случаемъ, въ которомъ всѣ участки выбраны такъ, чтобы отношеніе  $\frac{r'}{r_1}$  равнялось 1.426 (а логарифмъ его 0.1541), то формула принимаетъ видъ

$$F = 1 - \frac{\log \frac{r' + \sqrt{(r')^2 + h_1^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + h_1^2}}}{0.1541}$$

По этой формулѣ были вычислены множители  $F$  для колецъ, которыми пользовались для вычисленія мѣстныхъ отклоненій и для различныхъ предполагаемыхъ глубинъ возмѣщенія ( $h_1$ ).

**Множители приведенія,  $F$ , соответствующіе различнымъ глубинамъ возмѣщенія въ километрахъ.**

(Глубины выражены въ километрахъ).

№ кольца.	329.8	231.3	162.2	120.9	113.7	79.76	55.92
29	—	—	—	—	—	—	0.997
28	—	—	—	—	—	0.997	.996
27	—	—	—	0.997	0.997	.996	.995
26	—	—	0.997	.996	.996	.995	.992
25	—	0.997	.996	.995	.995	.992	.988
24	0.997	.996	.995	.993	.992	.988	.984
23	.996	.995	.992	.989	.988	.984	.974
22	.995	.992	.988	.985	.984	.974	.965
21	.992	.988	.984	.977	.474	.965	.952
20	.988	.984	.974	.967	.965	.952	.930
19	.984	.974	.965	.955	.952	.930	.897
18	.974	.965	.952	.935	.930	.897	.858
17	.965	.952	.930	.903	.897	.858	.800
16	.952	.930	.897	.866	.858	.800	.722
15	.930	.897	.858	.812	.800	.722	.618
14	.897	.858	.800	.737	.722	.618	.493
13	.858	.800	.722	.638	.618	.493	.358
12	.800	.722	.618	.517	.493	.358	.234
11	.722	.618	.493	.382	.358	.234	.139
10	.618	.493	.358	.253	.234	.139	.077
9	.493	.358	.234	.153	.139	.077	.040
8	.358	.234	.139	.086	.077	.040	.020
7	.234	.139	.077	.045	.040	.020	.010
6	.139	.077	.040	.022	.020	.010	.005
5	.077	.040	.020	.011	.010	.005	.003
4	.040	.020	.010	.006	.005	.003	.001
3	.020	.010	.005	.003	.003	.001	.001
2	.010	.005	.003	.001	.001	.001	.000
1	.005	.003	.001	.001	.001	.000	.000

Можно замѣтить, что, за исключеніемъ столбца, озаглавленнаго 120.9, цифры однѣ и тѣ же въ различныхъ столбцахъ; что единственное различіе между столбцами то, что цифры въ нихъ

перемѣщены въ вертикальномъ направленіи. Это происходитъ оттого, что послѣдовательныя предположенныя глубины возмѣщенія, за однимъ указаннымъ исключеніемъ, равны выѣшнимъ радіусамъ послѣдовательныхъ колець. Разсмотрѣніе формулы показываетъ, что приведенное отношеніе при такомъ выборѣ справедливо. Такой выборъ глубинъ значительно сократилъ время, нужное для вычисленія множителей  $F'$ .

Слѣдующіе девять выбранныхъ примѣровъ показываютъ, насколько велика разница между отклоненіями, вычисленными, принимая во вниманіе изостатическое возмѣщеніе, и вычисленными мѣстными отклоненіями.

	П у н к т ь .	Слагающая отклоненія	Мѣстное отклоненіе.	Вычисленное отклоненіе, принимая во вниманіе изостатическую компенсацію.		
				Глубина компенсаціи въ километрахъ.		
				162.2	120.9	113.7
238	Санта Барбира, въ Калифорніи.	Мерид.	— 64.97	— 14.91	— 12.78	— 12.35
1	Пойнтъ Арена, въ Калифорніи.	Перв. верт.	+ 104.63	+ 20.39	+ 16.45	+ 15.69
115	Ноттъ Айландъ (Островъ Ноттъ), въ Вирганіи . . . . .	Перв. верт.	— 54.30	— 3.33	— 2.09	— 1.92
43	Уаддингъ, въ Юта (Утахъ) . .	Перв. верт.	+ 54.71	+ 22.11	+ 20.38	+ 20.00
49	Патмосъ Хедъ, въ Юта (Утахъ).	Мерид.	— 27.20	— 9.42	— 8.66	— 8.53
178	Чиверъ, въ Нью-Йоркѣ . . . .	Перв. верт.	— 37.46	— 9.20	— 8.80	— 8.73
216	Поркьюсайнъ, въ Мичиганѣ .	Мерид.	— 0.53	+ 3.30	+ 2.93	+ 2.85
169	Хоулеттъ, въ Нью-Йоркѣ . . .	Мерид.	— 12.96	+ 3.62	+ 3.40	+ 3.33
205	Гаргантуа, въ Канадѣ . . . .	Перв. верт.	— 11.94	+ 2.46	+ 2.17	+ 2.11

### Пять рѣшеній и выводы изъ нихъ.

Было найдено пять полныхъ рѣшеній разсматриваемой задачи. 507 уравненій наблюденій и составленныя изъ нихъ нормальныя уравненія были одинаковы во всѣхъ пяти рѣшеніяхъ, съ неизбѣжнымъ различіемъ извѣстныхъ членовъ.

Назовемъ  $(\varphi_A - \varphi')$ ,  $\cos \varphi' (\lambda_A - \lambda')$  и  $-\cot \varphi' (\alpha_A - \alpha')$  наблюдаемыми видимыми отклоненіями, причемъ первое есть слагающая по меридіану, а второе и третье — слагающія по первому вертикалу, выведенныя изъ наблюденій долготы и азимута.

Въ рѣшеніи  $B$  за извѣстный членъ уравненія принималось въ каждомъ случаѣ наблюденное видимое отклоненіе минусъ

мѣстное отклоненіе, вычисленное по притяженію наружныхъ массъ. Рѣшеніе *B*, слѣдовательно, выведено на основаніи предположенія, что земля тверда (отъ поверхности до центра); что части континента, лежащія выше уровня моря, представляютъ собою избытки массъ, а океаны — недостатки массъ, и что не существуетъ изостатическаго возмѣщенія. Или, другими словами, это есть рѣшеніе, основанное на предположеніи, что, если существуетъ изостатическое возмѣщеніе, — оно распределено равномерно на безконечную глубину.

Въ рѣшеніи *E* за постоянный членъ каждаго уравненія принималось наблюденное видимое отклоненіе минусъ отклоненіе, вычисленное на основаніи предположенія, что изостатическое возмѣщеніе полно и равномерно распределѣется на глубину 162.2 километра.

Въ рѣшеніи *H* и въ рѣшеніи *G* сдѣланы предположенія, что глубина компенсаціи въ первомъ случаѣ 120.9, во второмъ 113.7 километра. Въ другихъ отношеніяхъ эти рѣшенія тождественны съ рѣшеніемъ *E*.

Въ рѣшеніи *A* за постоянные члены приняты просто наблюденныя видимыя отклоненія. Это обычное рѣшеніе задачи, въ которомъ не предполагается никакого отношенія между отклоненіями отвѣсной линіи и рельефомъ мѣстности. Это равносильно предположенію, что полное изостатическое возмѣщеніе имѣетъ мѣсто на глубинѣ равной нулю; что непосредственно подъ каждой возвышенностью (будь то гора или континентъ) существуетъ полный возмѣщающій недостатокъ плотности и что на самой поверхности дна океана находится вещество той чрезмѣрной плотности, которая необходима, чтобы возмѣстить углубленіе этого дна. Ни при какихъ иныхъ условіяхъ не можетъ быть справедливо, что наблюденныя отклоненія отвѣсной линіи не зависятъ отъ извѣстнаго рельефа мѣстности.

Частныя значенія глубинъ компенсаціи, принятыя въ рѣшеніяхъ *E*, *H* и *G*, зависятъ, главнымъ образомъ, отъ обширныхъ предварительныхъ изслѣдованій, произведенныхъ въ широкихъ размѣрахъ, съ цѣлью составить себѣ приблизительное понятіе о наиболѣе вѣроятной глубинѣ компенсаціи.

Нормальныя уравненія этихъ рѣшеній, съ пятью рядами выбранныхъ извѣстныхъ членовъ, даны въ слѣдующей таблицѣ.

## Нормальные уравненія.

Извѣстные члены.

	Рѣшеніе <i>B.</i>	Рѣшеніе <i>E.</i>	Рѣшеніе <i>H.</i>	Рѣшеніе <i>G.</i>	Рѣшеніе <i>A.</i>				
+	286.69(φ) — 3.32(λ) + 17.63( <i>a<sub>к</sub></i> ) — 18.06( <i>a<sub>н</sub></i> ) — 77.58( $\frac{a}{100}$ ) — 71.75 (10 000φ <sup>2</sup> ) — 1738.89 или — 43.14 или — 24.85 или — 22.95 или — 8.59 = 0								
—	3.32(φ) + 46.75(λ) + 0.28( <i>a<sub>к</sub></i> ) + 0.97( <i>a<sub>н</sub></i> ) + 12.03( $\frac{a}{100}$ ) + 15.25 (10 000φ <sup>2</sup> ) + 142.81 + 23.55 + 3.26 — 0.78 — 45.87 = 0								
+	17.63(φ) + 0.28(λ) + 137.29( <i>a<sub>к</sub></i> ) — 88.43( $\frac{a}{100}$ ) — 127.73 (10 000φ <sup>2</sup> ) + 3 962.61 + 23.95 — 22.63 — 29.28 — 168.10 = 0								
—	18.06(φ) + 0.97(λ) + 101.61( <i>a<sub>н</sub></i> ) + 64.13( $\frac{a}{100}$ ) + 73.25 (10 000φ <sup>2</sup> ) — 4 292.95 + 385.74 + 519.94 + 543.63 + 964.19 = 0								
—	77.58(φ) + 12.03(λ) — 88.43( <i>a<sub>к</sub></i> ) + 64.13( <i>a<sub>н</sub></i> ) + 185.15( $\frac{a}{100}$ ) + 187.82 (10 000φ <sup>2</sup> ) — 8 596.18 + 93.85 + 286.97 + 319.99 + 879.34 = 0								
—	71.75(φ) + 15.25(λ) — 127.73( <i>a<sub>к</sub></i> ) + 73.25( <i>a<sub>н</sub></i> ) + 187.82( $\frac{a}{100}$ ) + 371.18 (10 000φ <sup>2</sup> ) — 9 861.02 + 274.01 + 461.86 + 492.79 + 998.15 = 0								

То обстоятельство, что въ этихъ нормальныхъ уравненіяхъ есть двѣ неизвѣстныхъ, ( ${}^a_B$ ) и ( ${}^a_W$ ), относящихся къ поправкѣ начального азимута, будетъ подробно объяснено ниже подъ заглавіемъ „Совпадающія наблюденія долготъ и азимутовъ“.

Численныя значенія неизвѣстныхъ, выведенныя изъ этихъ пяти рѣшеній, даны ниже.

Рѣшенія дали непосредственно значенія  $\left(\frac{a}{100}\right)$  и  $(10.000e^2)$ , но для удобства справокъ въ этихъ таблицахъ приведены ( $a$ ) и  $(e^2)$ , т. е. поправки экваторіальнаго радіуса и квадрата эксцентриситета Кларка.

	(φ)	(λ)	( ${}^a_B$ )	( ${}^a_W$ )	(a)	( $e^2$ )
					<i>Метры.</i>	
Рѣшеніе В . . . . .	+21."04	-16."54	+ 6."10	+10."53	+4 890	+0.000659
Рѣшеніе Е . . . . .	+ .25	- .76	+ .63	- 4.68	+ 222	- .000064
Рѣшеніе Н . . . . .	- .16	- .01	+ .21	- 5.29	+ 98	- .000066
Рѣшеніе G . . . . .	- .22	+ .13	+ .13	- 5.40	+ 76	- .000065
Рѣшеніе А . . . . .	- 1.20	+ 1.85	- .63	- 7.82	- 261	- .000035

По введеніи поправокъ ( $a$ ) и  $(e^2)$  въ элементы сфероида Кларка 1866 года и приведеніи результатовъ къ выраженіямъ болѣе обычнаго вида, получаютъ слѣдующія величины, выражающія фигуру и величину земли:

	Экваторіальный радіусъ.	Обратная величина сжатія.	Полярный полудіаметръ.
	<i>Метры.</i>		<i>Метры.</i>
Рѣшеніе В (абсолютная твердость) . . . .	6 383 096	268.7	6 359 344
Рѣшеніе Е (глубина возмѣщенія 162.2 вил.).	6 378 428	297.7	6 357 006
Рѣшеніе Н (глубина возмѣщенія 120.9 вил.).	6 378 304	297.9	6 356 890
Рѣшеніе G (глубина возмѣщенія 113.7 вил.).	6 378 282	297.8	6 356 868
Рѣшенія А (глубина возмѣщенія нуль) . .	6 377 945	296.5	6 356 435

Суммы квадратовъ уклоненій этихъ пяти различныхъ рѣшеній слѣдующія:

Рѣшеніе В (абсолютная твердость) . . . . .	65.104
Рѣшеніе Е (глубина возмѣщенія 162.2 вил.) . .	8.174
Рѣшеніе Н (глубина возмѣщенія 120.9 вил.) . .	7.987
Рѣшеніе G (глубина возмѣщенія 113.7 вил.) . .	7.983
Рѣшеніе А (глубина возмѣщенія нуль) . . . .	13.837

Рѣшеніе *G*, имѣющее наименьшую сумму квадратовъ разностей, представляетъ, повидимому, самое близкое приближеніе къ истинѣ.

Рѣшеніе *B*, очевидно далеко, отъ истины. Сумма квадратовъ уклоненій здѣсь превышаетъ больше чѣмъ въ восемь разъ эту же сумму въ рѣшеніи *G*.

Это сравненіе является очень вѣскимъ доказательствомъ того, что предположеніе о существованіи изостатическаго возмѣщенія, полного и равномернаго распредѣленнаго на глубину 113.7 километра, представляетъ гораздо болѣе точное приближеніе къ истинѣ, чѣмъ предположеніе объ абсолютной твердости земли.

Очень большая разница между величинами экваторіальнаго радіуса, сжатія и полярнаго полудіаметра, выведенными изъ рѣшенія *B* и полученными когда-либо ранѣе, сама по себѣ ясно указываетъ, что предположеніе объ абсолютной твердости земли далеко отъ истины. И дѣйствительно, наблюденія надъ силой тяжести положительно показываютъ, что величина сжатія, получаемая изъ рѣшенія *B*, именно  $\frac{1}{268.7}$ , не можетъ существовать.

Рѣшеніе *A* тоже, очевидно, значительно дальше отъ истины, чѣмъ рѣшеніе *G*. Принявъ предположеніе о полномъ изостатическомъ возмѣщеніи, равномерно распредѣленномъ на глубину 113.7 километра, вмѣсто предположенія, что не существуетъ никакого соотношенія между отклоненіями отвѣса и рельефомъ мѣстности, мы достигли уменьшенія суммы квадратовъ разностей отъ 13.837 до 7.983. Другими словами, введеніе предположенія изостасіи въ опредѣленномъ осмысленномъ видѣ уменьшило на 42 процента сумму квадратовъ разностей.

Рѣшеніе *G* видимо представляетъ большее приближеніе къ истинѣ, чѣмъ рѣшеніе *E*.

Рѣшеніе *G*, повидимому, нѣсколько ближе къ истинѣ, чѣмъ рѣшеніе *H*, но представляется мало основаній предпочесть одно изъ этихъ рѣшеній другому.

Слѣдующая таблица указываетъ другой способъ сравненія этихъ пяти рѣшеній:

	Рѣшен. В.	Рѣшен. Е.	Рѣшен. Н.	Рѣшен. G.	Рѣшен. А.
Наибольшія уклоненія . . . . .	+43.84	-16.47	+15.74	+15.94	-22.35
Процентъ уклоненій, больш. чѣмъ 5"00	66	18	18	18	29
Процентъ уклоненій, меньш. чѣмъ 2"00	15	41	43	43	35
Среднее уклон., не прин. во вним. знакъ.	8.84	3.05	3.04	3.04	3.90

Эти сравненія подтверждаютъ уже сдѣланные выводы, основанные на суммахъ квадратовъ уклоненій.

Результаты этихъ пяти рѣшеній ясно показываютъ, что если измѣнять предполагаемую глубину возмѣщенія отъ безконечности до нуля, то сумма квадратовъ уклоненій уменьшается отъ 65.104 для предположенія безконечной глубины до наименьшаго значенія, приблизительно равнаго 7.980, для предполагаемой глубины, не много отличающейся отъ 114 километровъ, а затѣмъ снова возрастаетъ до 13.837 по мѣрѣ того, какъ предполагаемая глубина уменьшается до нуля.

Та глубина, для которой сумма квадратовъ была бы минимумомъ, представить собою идеальную наиболѣе вѣроятную глубину возмѣщенія.

Опредѣлить съ большой точностью эту идеальную наиболѣе вѣроятную глубину не представляется важнымъ по двумъ причинамъ:

а) Изъ сравненія суммъ квадратовъ уклоненій рѣшеній  $E$ ,  $H$  и  $G$  очевидно, что, если бы была найдена эта идеальная минимальная сумма, она оказалась бы очень незначительно меньше 7.983, т. е. суммы, соответствующей рѣшенію  $G$ , и что соответствующее ей рѣшеніе было бы очень незначительнымъ усовершенствованіемъ рѣшенія  $G$ .

б) Изъ сравненія величинъ экваторіальнаго радіуса, сжатія и полярнаго полудіаметра, выведенныхъ изъ рѣшеній  $G$  и  $H$ , очевидно, что измѣненіе глубины возмѣщенія, принятой за наиболѣе вѣроятную, очень мало измѣнило бы соответствующія наиболѣе вѣроятныя значенія экваторіальнаго радіуса, сжатія и полярнаго полудіаметра.

Изъ результатовъ рѣшеній  $E$ ,  $H$  и  $G$ , при помощи нѣкотораго способа приближенія, очень легко приложимаго, но объяснять который въ этомъ докладѣ было бы слишкомъ долго, было выведено заключеніе, что наиболѣе вѣроятная предѣльная глубина возмѣщенія равна 114.6 километра. Глубина эта такъ близка къ глубинѣ, принятой въ рѣшеніи  $G$ , а именно 113.7 километра, что представляется сомнительнымъ, чтобы можно было получить лучшее рѣшеніе, чѣмъ рѣшеніе  $G$ .

Вслѣдствіе этихъ соображеній рѣшеніе *G* принято какъ наиболѣе вѣроятное. Такимъ образомъ, слѣдующія значенія принимаются какъ наиболѣе вѣроятныя, которыя можно вывести въ настоящее время изъ наблюдений, произведенныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ:

Широта Мидсъ Ранчъ . . . . .  $39^{\circ}13' 26''.47 \pm 0''.17$  <sup>1)</sup>

Долгота Мидсъ Ранчъ . . . . .  $98^{\circ}32' 30''.64 \pm 0.40$

Азимуть линіи отъ Мидсъ Ранчъ къ

Вальдо, которую слѣдуетъ принимать въ вычисленіяхъ, распространяющихся восточнѣе Мидсъ Ранчъ

$75^{\circ}28' 14''.65 \pm 0.32$

Азимуть линіи отъ Мидсъ Ранчъ къ

Вальдо, которымъ слѣдуетъ пользоваться для вычисленій, простирающихся на западъ отъ Мидсъ Ранчъ

$75^{\circ}28' 9''.12 \pm 0.33$

Экваторіальный радіусъ земли въ метрахъ =  $6.378.283 \pm 34$ .

Обратная величина сжатія  $297.8 \pm 0.9$ .

Полярный полудіаметръ въ метрахъ =  $6.356.868$ .

Большой интересъ и значеніе имѣетъ сравненіе этихъ значеній экваторіального радіуса, сжатія и полярнаго полудіаметра, выведенныхъ изъ наблюдений въ однихъ Соединенныхъ Штатахъ, съ нѣкоторыми другими значеніями, выведенными независимо изъ гораздо большаго числа данныхъ.

	Экваторіальный радіусъ.	Обратная величина сжатія.	Полярный полудіаметръ.
	<i>Метры.</i>		<i>Метры.</i>
Бессель, 1841 . . . . .	6 377 397	299.2	6 356 079
Кларкъ, 1866 . . . . .	6 378 206	295.0	6 356 584
Кларкъ, 1880 . . . . .	6 378 249	293.5	6 356 515
Гельмертъ 1903 <sup>2)</sup> . . . . .	6 378 035	299.2	6 356 715

<sup>1)</sup> Эти вѣроятныя ошибки нѣсколько меньше, чѣмъ слѣдуетъ, такъ какъ онѣ основаны на предположеніи, что всѣ уклоненія имѣютъ случайный характеръ.

<sup>2)</sup> Report of International Geodetic Association, 1903, томъ II, стр. 441.

### Совпадающіе пункты долготъ и азимутовъ.

До сихъ поръ въ этомъ докладѣ не было явныхъ указаній того, что въ изслѣдованіи принималось во вниманіе уравненіе Лапласа, связывающее наблюденія долготы и азимута.

Обычный видъ этого уравненія слѣдующій: (астрономическій азимуть—геодезическій азимуть)  $+ \sin \varphi$  (астрономическая долгота—геодезическая долгота) = 0.

Въ настоящемъ изслѣдованіи можно выразить тотъ же принципъ утвержденіемъ, что два уравненія наблюденій, одно изъ нихъ уравненіе долготы, а другое — уравненіе азимута, для нѣкотораго даннаго пункта, въ которомъ наблюдались и астрономическая долгота, и астрономическій азимуть, должны дать ту же разность или ту же неизвѣстную слагающую отклоненія отвѣсной линіи по первому вертикалу. Между такими парами уклоненій окажутся маленькія разницы вслѣдствіе ошибокъ астрономическихъ наблюденій и другихъ случайныхъ ошибокъ. Однако, если накопилось значительное количество ошибокъ въ геодезическомъ азимутѣ, перенесенномъ триангуляціею съ уравненными углами, то явится большое разногласіе между уравненіями долготъ и азимутовъ въ совпадающихъ пунктахъ, разногласіе, которое не можетъ быть объяснено случайными ошибками, а также систематическимъ стремленіемъ такихъ разностей обладать одинаковымъ знакомъ на значительныхъ пространствахъ.

Въ настоящее изслѣдованіе вошли одинадцать пунктовъ, въ которыхъ пунктъ наблюденія долготы совпадаетъ съ пунктомъ наблюденія азимута.

Предварительное изслѣдованіе по только-что указанному способу показало, что гдѣ-то между Иллинойсомъ и Колорадо въ трансконтинентальной триангуляціи (отъ внесенныхъ уже уравненныхъ угловъ) произошло накопленіе ошибокъ въ геодезическомъ азимутѣ до 5".

Имѣвшіяся данныя не были достаточны, чтобы опредѣлить мѣста, гдѣ произошло это накопленіе точиѣе, чѣмъ указано въ предъидущемъ предложеніи. Наблюдательная станція, уже выбранная, какъ начальный пунктъ, Мидсъ Ранчъ, оказалась въ сред-

ней части того пространства, въ предѣлахъ котораго, видимо, произошло это накопленіе ошибокъ. При такихъ условіяхъ, казалось, всего проще ввести въ уравненія двѣ неизвѣстныхъ, представляющихъ поправку начального азимута въ Мидсъ Ранчъ, вмѣсто одной; этимъ способомъ, съ небольшимъ увеличеніемъ труда, предполагаемый поворотъ азимута былъ бы принятъ во вниманіе автоматически, и величина его была бы опредѣлена такъ же хорошо, какъ какимъ-нибудь инымъ, болѣе сложнымъ способомъ. Искомая поправка начального азимута ( $\alpha_E$ ) была введена во все уравненія, относящіяся къ пунктамъ восточнѣе Мидсъ Ранчъ, а искомая поправка ( $\alpha_W$ )—во все уравненія, относящіяся къ пунктамъ къ западу отъ Мидсъ Ранчъ. Это равносильно предположенію, что, при вычисленіи азимута по всей триангуляціи съ востока на западъ, въ геодезической азимутъ Мидсъ Ранча неожиданно вошла ошибка, равная ( $\alpha_E$ )—( $\alpha_W$ ).

Значенія ( $\alpha_E$ ) и ( $\alpha_W$ ) въ Мидсъ Ранчъ, выведенныя изъ принятаго за наиболѣе точное рѣшеніе  $G$ , разнятся на 5".53, подтверждая такимъ образомъ предварительное приближенное изслѣдованіе.

Накопленіе ошибки должно было произойти гдѣ-то между Иллинойсомъ и Колорадо, включительно. Для того, чтобы опредѣлить, въ какихъ именно частяхъ триангуляціи на этомъ пространствѣ произошло накопленіе, потребуются дополнительныя наблюденія.

Ниже приведены значенія уклоненій или необъясненныхъ слагающихъ отклоненій по первому вертикалу, полученныя отдѣльно изъ уравненій долготъ и азимутовъ въ принятомъ за лучшее рѣшеніе  $G$ , въ тѣхъ 11 пунктахъ гдѣ совпали наблюденія долготы и азимута.

М ѣ с т о .	Номеръ пункта наблюденія долготы.	Номеръ пункта наблюденія азимута.	Уклоненія долготы.	Уклоненія азимута.	Равность долготы—азимутъ.
Кембриджъ, въ Массачузетсѣ . . . . .	157	147	+3".21	+0".18	+3".03
Огденбургъ, въ Нью-Йоркѣ . . . . .	179	180	+2. 14	+0. 64	+1. 50
Тонаванда, въ Нью-Йоркѣ . . . . .	185	186	—0. 84	—4. 06	+3. 22
Миннесота Пойнтъ Н.В., въ Миннесотѣ . . . . .	213	214	—4. 37	—5. 36	+0. 99
Солтъ Свнтъ Мари, въ Мичиганѣ . . . . .	198	200	—5. 92	—5. 13	—0. 79
Фордъ Риверъ 2, въ Мичиганѣ . . . . .	201	203	—4. 42	—3. 18	—1. 24
Уило Спрингсъ, въ Иллинойсѣ . . . . .	211	212	+0. 84	+0. 37	+0. 47
Нарверсбургъ, въ Иллинойсѣ . . . . .	77	78	—0. 70	+0. 19	—0. 89
Геннисонъ, въ Колорадо . . . . .	55	56	+1. 74	+3. 41	—1. 67
Солтъ Лэйкъ Сити, въ Ютахѣ . . . . .	44	45	+1. 09	—2. 15	+3. 24
Огденъ, въ Ютахѣ . . . . .	41	42	+1. 98	—0. 94	+2. 92

Въ уклоненіяхъ не замѣчается достаточнаго стремленія группироваться по знакамъ, и почти всѣ онѣ слишкомъ малы, чтобы было основаніе предположить иное ихъ происхожденіе, чѣмъ случайныя ошибки въ астрономическихъ наблюденіяхъ и въ триангуляціи. Возможно, что четыре ихъ значенія, превышающія 2", показываютъ на искаженіе азимута, но нельзя утверждать навѣрно, что даже эти значенія не происходятъ отъ случайныхъ ошибокъ.

Необходимость ввести въ уравненія лишнюю неизвѣстную только что указаннымъ способомъ, внося, такимъ образомъ, въ триангуляцію переломъ на полпути между Атлантическимъ и Тихимъ океаномъ, конечно понизила достоинство опредѣленія фигуры и величины земли сравнительно съ тѣмъ, каково оно было бы иначе. Пониженіе это было бы должнымъ образомъ принято во вниманіе при выводѣ вѣроятныхъ ошибокъ, которыя показываютъ, что полученное опредѣленіе все-же весьма удовлетворительно, несмотря на упомянутое обстоятельство, понижающее его качество.

### Про́вѣрка достовѣрности выбранныхъ значеній.

Увѣренность въ справедливости заключеній, выведенныхъ въ этомъ изслѣдованіи, и въ степени точности, приписываемой принятымъ за вѣрные результатамъ, не основана на однихъ только доказательствахъ, приведенныхъ до сихъ поръ. Заключенія эти были подвергнуты многимъ провѣркамъ; нѣкоторыя изъ нихъ указаны вкратцѣ въ слѣдующихъ параграфахъ.

Зависитъ ли то заключеніе, что рѣшенія  $B$  и  $A$  гораздо дальше отъ истины, чѣмъ  $E$ ,  $H$  и  $G$ , отъ нѣсколькихъ крупныхъ разностей, или же оно зависитъ отъ какой-нибудь особой географической группировки уклоненій? Представляется ли глубина компенсаціи ощутительно постоянной на всемъ изслѣдованномъ пространствѣ? Подтверждаются ли полученные выводы астрономическими наблюденіями во всѣхъ частяхъ рассматриваемаго пространства, и всѣ ли три рода астрономическихъ наблюденій способствуютъ подтверженію этихъ заключеній и указываютъ на постоянную глубину возмѣщенія?

Слѣдующая таблица, показывающая нѣкоторые изъ результатовъ изслѣдованія уклоненій въ различныхъ группахъ, даетъ отвѣтъ на эти вопросы.

Таблица, показывающая среднее значеніе квадратовъ уклоненія въ различныхъ группахъ.

	Рѣшеніе. В.	Рѣшеніе. Е.	Рѣшеніе. Н.	Рѣшеніе. Г.	Рѣшеніе. А.
Группа Соединенныхъ Штатовъ.— Всѣ наблюденія, 507 уклоненій.	128.41	16.12	15.75	15.75	27.29
Всѣ наблюденія широты, 265 уклоненій . . . . .	78.12	13.17	12.79	12.75	18.64
Всѣ наблюденія долготы, 79 укл.	132.91	8.47	8.81	9.01	35.51
Всѣ наблюденія азимута, 163 укл.	207.98	24.63	23.94	23.89	37.38
Группа 1-ая (Мейнъ, Нью Хэмп- шайръ, Массачусетъ, островъ Родъ), 52 уклоненій . . . . .	168.18	8.98	9.14	9.18	9.46
Группа 2-ая (Коннектикутъ, Нью- Йоркъ, Пенсильванія, Охайо, Мичиганъ), 54 уклоненій . . . . .	72.26	9.45	9.65	9.71	21.32
Группа 3-ья (Нью-Джерсей, Пен- сильванія, Делаваръ, Мерилендъ, Виргинія), 49 уклоненій . . . . .	36.62	17.38	17.49	17.48	17.71
Группа 4-ая (Виргинія, Сѣверная Каролина, Тенесси, Джорджія, Алабама, Миссисипи, Луизиана), 50 уклоненій . . . . .	50.23	10.83	10.83	10.86	13.80
Группа 5-ая (Мичиганъ, Миннесотта, Висконсинъ), 53 уклоненій . . . . .	31.52	23.94	23.96	24.00	28.44
Группа 6-ая (Виргинія, Западная Виргинія, Кентукки, Охайо, Ин- диана, Иллинойсъ, Миссури, Висконсинъ) 51 уклоненій . . . . .	35.45	8.16	8.52	8.58	10.29
Группа 7-ая (Миссури, Канзасъ, Колорадо, Ютахъ) 46 уклон.	453.35	8.92	8.53	8.70	45.50
Группа 8-ая (Ютахъ, Невада, Ка- лифорнія), 43 уклоненій . . . . .	157.25	25.25	21.83	21.28	34.09
Группа 9-ая (Калифорнія, сѣвер- ная часть), 57 уклоненій. . . . .	138.85	16.63	15.97	15.94	37.64
Группа 10-ая (Калифорнія, юж- ная часть) 52 уклоненій . . . . .	175.81	32.20	31.66	31.69	55.76

Группы отъ 1 до 10, содержащія каждыя приблизительно по одной десятой всѣхъ наблюденій, были выбраны такимъ образомъ, чтобы каждая изъ нихъ по возможности составила сплошную группу въ географическомъ отношеніи. Названія штатовъ указываютъ общее мѣстоположеніе каждой группы. Каждая изъ группъ, однако, занимаетъ только небольшую часть поименованныхъ штатовъ. Всѣ группы согласно показываютъ, что рѣшенія В и А (соотвѣтствующія, первое—предположенію объ абсолютной твердости, а второе—предположенію объ отсутствіи связи между

отклоненіемъ и рельефомъ мѣстности) гораздо дальше отъ истины, чѣмъ другія рѣшенія.

Изъ рѣшеній  $G$ ,  $H$  и  $E$  то одно, то другое даетъ наименьшій средній квадратъ разностей. Признаки эти не настолько сильны и не настолько ясны, чтобы служить доказательствомъ, что въ различныхъ мѣстахъ существуетъ дѣйствительная разница въ глубинѣ возмѣщенія, хотя возможно, что такая разница и есть.

Таблица даетъ нѣкоторое указаніе на то, что глубина компенсаціи, быть можетъ, больше въ восточной части Соединенныхъ Штатовъ, чѣмъ въ западной.

Подобнымъ же образомъ были сдѣланы испытанія при другихъ группировкахъ данныхъ. Испытанія дѣлались также посредствомъ изученія относительныхъ значеній слѣдующихъ величинъ для различныхъ группъ: разности максимумъ, средней разности не принимая во вниманіе знака, процента уклоненій большихъ чѣмъ  $5''$ , и процента уклоненій меньшихъ, чѣмъ  $2''$ . Эти изслѣдованія просто подтверждаютъ выводы, основанные на квадратахъ уклоненій.

Сравненіе уклоненій, полученныхъ отъ уравненій азимутотъ, съ уклоненіемъ отъ уравненій широты и долготы въ принятомъ рѣшеніи  $G$  показываетъ, что уравненіямъ азимута слѣдовало бы придавать меньшій вѣсъ, чѣмъ другимъ уравненіямъ. Теоретическое изслѣдованіе вліянія случайныхъ ошибокъ наблюденія на эти три рода уравненій подтверждаетъ это указаніе. Во вѣсѣмъ уравненіямъ былъ приданъ одинаковый вѣсъ по той причинѣ, что почти до полнаго окончанія изслѣдованія не было извѣстно навѣрно, что уравненіямъ азимута слѣдовало бы придавать меньшій вѣсъ, чѣмъ остальнымъ, и даже теперь очень трудно рѣшить, насколько слѣдовало бы уменьшить вѣсъ уравненій азимутотъ. Считаая доказаннымъ, что вѣсъ ихъ слѣдовало нѣсколько уменьшить, является вопросъ, отозвалось ли серьезно на принятыхъ результатахъ то обстоятельство, что такое уменьшеніе не было введено при рѣшеніи? Для провѣрки этого вопроса рѣшеніе  $G$  было вычислено еще разъ, придавъ каждому уравненію азимута восточнѣе Мидсъ Ранчъ вѣсъ 0.7 и каждому уравненію азимута

западнѣе Мидсъ Ранчъ вѣсъ 0.4, сохраняя вѣсъ равный 1, какъ и прежде, для уравненій широты и долготы. Приданные вѣса 0.7 и 0.4 основаны на отношеніяхъ среднихъ квадратовъ разностей въ различныхъ группахъ. Величина измѣненія, произведенная въ выведенныхъ результатахъ такимъ уменьшеніемъ вѣса уравненій азимутовъ, показана ниже.

	Принятое рѣшеніе.	Рѣшенія съ уменьшенными вѣсами.	Разница.
Поправка начальной широты . . . . .	— 0"22	— 0"20	0"02
Поправка начальной долготы . . . . .	+ .13	+ .17	.04
Поправка начального азимута для восточ- ныхъ вычисленій . . . . .	+ .13	— .06	.07
Поправка начального азимута для запад- ныхъ вычисленій . . . . .	— 5.40	— 5.81	.41
Поправка экваторіального радіуса Кларка 1866 года . . . . .	+76 метровъ	+72 метра	4 метра
Поправка квадрата эксцентриситета Кларка 1866 года . . . . .	— .000065	— .000072	.000007

Это показываетъ, что уменьшеніе или неуменьшеніе вѣса уравненій азимутовъ не имѣетъ существеннаго значенія.

Также сдѣланы были провѣрки для опредѣленія того, какое вліяніе окажетъ на задачу измѣненіе принятаго предположенія относительно распредѣленія компенсаціи на различныхъ глубинахъ.

Эти попытки привели въ тому выводу, что наблюденія отклоненій въ Соединенныхъ Штатахъ, имѣющіяся теперь, повидимому недостаточны для того, чтобы различить съ увѣренностью, которое изъ трехъ слѣдующихъ предположеній ближе къ истинѣ:

а) Что полная компенсація распредѣляется равномерно отъ поверхности до глубины 71 мили (114 километровъ). Это то предположеніе, которое принято при рѣшеніи *G* и которое считается болѣе вѣроятнымъ, чѣмъ два слѣдующихъ.

б) Что полная компенсація всего больше у поверхности и уменьшается равномерно относительно глубины, доходя до нуля на глубинѣ 109 миль (175 километровъ).

в) Что полная компенсація распредѣляется равномерно на глубину слоя, толщина котораго 10 миль (16 километровъ), причемъ нижняя поверхность его лежитъ на глубинѣ 37 миль (60 километровъ).

Повидимому невозможно опредѣлить распредѣленіе компенсаціи относительно глубины посредствомъ изслѣдованій, основанныхъ только на этихъ отклоненіяхъ отвѣсной линіи. Все, что можно сдѣлать,—это опредѣлить глубину компенсаціи при различныхъ предположеніяхъ о ея распредѣленіи относительно глубины.

### Полнота компенсаціи.

Если бы не существовало изостатической компенсаціи, среднія отклоненія отвѣсной линіи, не принимая во вниманіе знака, были бы тѣ же, какъ среднія вычисленныя мѣстныхъ отклоненія; т. е. въ дѣйствительности существовали бы эти вычисленныя отклоненія, измѣненныя неправильнымъ распредѣленіемъ плотностей подповерхностныхъ слоевъ, которое не подчиняется никакому закону, имѣющему отношеніе къ рельефу мѣстности, и, слѣдовательно, одинаково способно, какъ увеличивать, такъ и уменьшать отклоненія, производимыя наружными массами.

Съ другой стороны, если бы изостатическая компенсація была абсолютно полна и равномерно распредѣлена повсюду на глубину 71 мили (114 километровъ), то каждое изъ уклоненій рѣшенія  $G$  равнялось бы нулю.

Поэтому среднее уклоненіе отъ совершенной компенсаціи только что описаннаго рода можетъ быть измѣрено отношеніемъ средней разности, не принимая во вниманіе знака, въ рѣшеніи  $G$  къ среднему вычисленному мѣстному отклоненію, тоже взятому независимо отъ знаковъ.

Средняя разность въ рѣшеніи  $G$ , не принимая во вниманіе знака, равняется  $3^{\circ}04$ . Среднее изъ вычисленныхъ мѣстныхъ отклоненій, взятое независимо отъ знаковъ, равняется  $32^{\circ}26$ . Отсюда среднее уклоненіе отъ совершенной компенсаціи указаннаго рода равняется всего одной десятой.

### Достигнутые выводы и степень ихъ достовѣрности.

Слѣдующій перечень выводовъ и степень ихъ достовѣрности основаны на изложенныхъ здѣсь соображеніяхъ, а также на доказательствахъ, данныхъ болѣе подробнымъ изслѣдованіемъ, ко-

торое было произведено, но не может быть приведено здѣсь за недостаткомъ мѣста.

1. Наиболѣе вѣроятныя значенія, какія могутъ быть выведены изъ наблюденныхъ отклоненій отвѣсной линіи въ Соединенныхъ Штатахъ, слѣдующія:

Экваторіальный радіусъ земли въ метрахъ	6.378.283 $\pm$ 3.4
Обратная величина сжатія . . . . .	297.8 $\pm$ 0.9
Полярный полудіаметръ въ метрахъ . . .	6.356.868

Приведенныя выше вычисленныя вѣроятныя ошибки, выведенныя изъ уклоненій, завѣдомо нѣсколько малы. Въ настоящее время очень трудно опредѣлить, насколько слѣдовало бы ихъ увеличить.

2. Для Соединенныхъ Штатовъ и смежныхъ съ ними пространствъ, предположеніе объ абсолютной твердости земли далеко отъ истины. Предположеніе же, что земля находится въ состояніи, называемомъ изостасіей, напротивъ, представляетъ собою сравнительно точное приближеніе къ истинѣ. Иными словами, площадь Соединенныхъ Штатовъ не удерживается въ своемъ положеніи надъ уровнемъ моря сплошной твердостью земли, но, вообще говоря, находится на поверхности въ плавающемъ состояніи, потому что состоитъ изъ вещества недостаточной плотности.

3. Если изостатическая компенсація распредѣляется равномерно относительно глубины, то для Соединенныхъ Штатовъ и прилежащихъ къ нимъ мѣстностей, наиболѣе вѣроятная величина предѣльной глубины есть 71 миля (114 километровъ) и удосто-вѣрено опытомъ, что предѣльная глубина не меньше 50 миль (80 километровъ) и не болѣе 100 миль (160 километровъ).

4. Для Соединенныхъ Штатовъ и прилежащихъ мѣстностей среднее уклоненіе отъ совершенной изостатической компенсаціи менѣе одной десятой, если измѣрять его величиной среднихъ необъясненныхъ отклоненій отвѣсной линіи.

5. Наблюденія отклоненій отвѣсной линіи, имѣющіяся въ настоящее время въ Соединенныхъ Штатахъ, недостаточны для того, чтобы опредѣлить распредѣленіе изостатической компенсаціи относительно глубины.

# СЪЕМКИ ВЪ ИНДІИ И ЕГИПТѢ.

*Geographical Journal, April 1907.*

ПЕРЕВОДЪ ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

Генерала отъ Инфантеріи *Артамонова.*

Докладъ о съемкахъ въ Индіи за 1904—1905 годъ начинается интереснымъ перечнемъ указаній прежней Особой Комиссіи по съемкамъ (предметъ, о которомъ уже упоминалось въ *Geographical Journal*), и между прочимъ повторяетъ въ болѣе официальной формѣ содержаніе письма полковника Лонга, появившагося въ прошломъ февральскомъ выпускѣ. Содержащаяся въ немъ рекомендація преимущественно однородной одно-дюймовой топографической карты всей Индіи, вытекающая главнымъ образомъ изъ военныхъ соображеній, повидимому основана на удивительно низкой оцѣнкѣ уже изданныхъ топографическихъ картъ разныхъ масштабовъ, которыя оставляютъ нетронутой лишь малую часть полуостровного пространства Индіи, и на высокомъ значеніи (почти не менѣе удивительномъ), которое будто-бы имѣютъ для военныхъ цѣлей однородныя точныя одно-дюймовыя карты такихъ обширныхъ пространствъ, на которыхъ никогда не происходили и никогда не будутъ происходить военныя дѣйствія. „Вся Индія“ представляетъ собою весьма обширное пространство для изслѣдованія и мы согласны съ заявленіемъ главнаго начальника съемокъ (*surveyor general*), что при необходимости произвести первоначальныя съемки на пространствѣ болѣе полумилліона вьадратныхъ миль, и вторичныя съемки почти на полу-милліонѣ миль въ теченіе двадцати пяти лѣтъ, имѣющійся личный составъ отдѣленія совершенно недостаточенъ. Впрочемъ, постановленія Индійскаго Правительства (особенно въ томъ, что касается топографическаго отдѣла), не таковы, какъ законы мидянъ и персовъ, потому что они измѣняются съ почти періодической точностью; и когда вторичное измѣреніе хотя-бы пустынь Раджпутаны и лѣсныхъ деб-

рей бассейна Годовари придется еще разъ подвергнуть процессу точныхъ и систематическихъ мензурныхъ съемокъ по одно-двой-мовому масштабу, рекомендаціи коммисіи, несомнѣнно, будутъ пересмотрѣны еще разъ.

Настоящій докладъ объ Индійскихъ съемкахъ, вѣроятно, послѣдній, въ которомъ будутъ содержаться операціи кадастроваго и лѣсного отдѣловъ, поглощающихъ около половины рабочихъ силъ всего топографическаго отдѣленія. Въ будущемъ отдѣленію предстоитъ заниматься почти исключительно топографическими и научными вопросами и надо радоваться тому, что преобразованія фактически не внесли въ научную часть измѣненій, которыя мѣшали бы ей довести до конца важныя изслѣдованія, такъ успѣшно производившіяся въ послѣднее время подъ руководствомъ полковника Бѣррарда. Правда, только одинъ тригонометрической отрядъ работаетъ въ настоящее время въ полѣ надъ геодезическими линіями, и ему ввѣрена незавидная задача произвести триангуляцію въ западномъ направленіи черезъ Белуджистанъ; но отрядамъ, занятымъ наблюденіями надъ приливами и отливами и нивелировками, магнитными и астрономическими наблюденіями и наблюденіями надъ маятникомъ, остается еще сдѣлать много важныхъ наблюденій, прежде чѣмъ они могли-бы закончить свои операціи, не нарушая необходимой связи ихъ общаго плана дѣйствій.

Произведенныя въ рассматриваемомъ году топографическія и географическія работы достигаютъ очень значительныхъ размѣровъ. Географическія съемки въ Тибетѣ; Сеистанѣ и Сомалилендѣ охватываютъ почти 100.000 квадратныхъ миль, кромѣ 4.000 на Бирмо-Китайской границѣ; и общая сумма точныхъ, подробныхъ работъ, произведенныхъ за этотъ годъ, не менѣе 132.738 квадратныхъ миль. Это включаетъ составленіе картъ въ Штатахъ Шанъ (Shan States), Бирмѣ, Бенгаліи, Соединенныхъ Провинціяхъ (United Provinces), Пенджабѣ, Синдѣ, Белуджистанѣ и Сѣверо-западной пограничной провинціи, что показываетъ, какъ широко разбросаны по Индіи топографическіе отряды Индійскаго отдѣленія съемокъ.

Исторія учрежденій въ Калькуттѣ по изданію и печатанію этихъ работъ представляетъ собою лишь продолженіе цѣлаго ряда

исторических повѣствованій о невозможности справиться съ массою работы, которою они завалены, какъ по этому вѣдомству, такъ и помимо него, безъ соотвѣтствующаго личнаго состава для ея выполненія. Въ теченіе года выпущено было 95.387 листовъ; въ то же время находились въ работѣ одиннадцать общихъ картъ Индіи, въ масштабахъ отъ 32 до 256 миль въ дюймѣ, а также семнадцать листовъ карты Индіи и смежныхъ съ нею странъ въ масштабѣ 1:1.000.000, изъ которыхъ четырнадцать были изданы. Съ сочувствіемъ упоминается о потерѣ, понесенной вѣдомствомъ вслѣдствіе отставки полеовниковъ Вахаба (Wahab) и Хобдэя (Hobday).

„Отчеты, <sup>1)</sup> отрывки, изъ которыхъ взяты для изданія въ рассматриваемомъ докладѣ, принадлежатъ офицерамъ Индійскаго Отдѣленія съемоковъ, занятымъ научными изслѣдованіями. Они представляютъ мало интереса въ топографическомъ отношеніи и никакого въ географическомъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ результатовъ, достигнутыхъ экспедиціей капитана Вуда (Wood) въ Непаль. Они являются, однако, чрезвычайно убѣдительнымъ доказательствомъ напряженности работы научнаго отдѣла топографическаго вѣдомства и должны-бы вполне оправдать содержаніе разумно поставленной системы научнаго изслѣдованія въ глазахъ тѣхъ критиковъ, которые расположены утверждать, что научная дѣятельность не по силамъ Индіи.

Не менѣе 128 страницъ изъ 187, составляющихъ докладъ, воспроизводятъ таблицы, дающія результаты магнитныхъ наблюдений, иллюстрированные дальше картой, на которой показаны пункты магнитныхъ наблюдений. Съ 1901 года наблюденія эти произведены по всему пространству полуострова, за исключеніемъ центральныхъ провинцій. Разсказъ дополняется описаніемъ нѣкоторыхъ изъ наблюдательныхъ станцій и нѣкоторыхъ изъ инструментовъ, которыми пользовались при наблюденіяхъ, но не дается ни общихъ выводовъ, ни какихъ-либо указаній относительно практическихъ результатовъ этихъ, несомнѣнно, цѣнныхъ наблюдений.

<sup>1)</sup> Отрывки изъ отчетовъ офицеровъ Инд. Отд. съемоковъ за 1903—4 годъ.

Отчетъ майора Конингама о наблюденіяхъ надъ маятникомъ для опредѣленія силы тяжести представляетъ непосредственный интересъ. Новѣйшіе инструменты, употребленные для этого рода наблюденій, включаютъ „полу-секундные“ маятники, длина которыхъ вчетверо меньше тѣхъ, которыми отдѣленіе съемою пользовалось до сихъ поръ. Кромѣ того, введенъ новый способъ (Австрійское изобрѣтеніе) записи совпаденія ударовъ свободного и часового маятника, причемъ маятники уже не должны качаться *in vacuo* (въ пустотѣ). Такимъ образомъ достигнуто было значительное увеличеніе точности, причемъ введены были дальнѣйшія усовершенствованія поправокъ на незначительныя колебанія (или „вилянія“) подставки, на которой укрѣпленъ инструментъ, происходящія вслѣдствіе качаній маятника. Любопытны нѣкоторые изъ полученныхъ результатовъ. Напримѣръ, въ Калькуттѣ было найдено, что постоянное сотрясеніе или колебаніе, производимое движеніемъ на улицахъ, вслѣдствіе природы тѣхъ наносныхъ осадковъ, на поверхности которыхъ, такъ сказать, держится городъ, положительно уничтожало цѣнность наблюденій; тогда какъ, съ другой стороны, на наблюденіяхъ, сдѣланныхъ въ Колабѣ, въ Бомбеѣ, не отзывались замѣтнымъ образомъ выстрѣлы изъ большихъ пушекъ расположеннаго недалеко отъ нихъ форта.

При употребленіи величины  $g$  (сила тяжести) для опредѣленія фигуры земного шара и плотности земной коры въ Колабѣ было найдено, что избытокъ притяженія, показываемый наблюденіями, равнялся тому, который произошелъ-бы, если бы подъ инструментомъ находился дискъ земного вещества толщиною въ 2530 футовъ, плотность котораго превышала-бы на 2.8 среднюю плотность земной поверхности. Въ Дѣра Дѣнь (*Dehra Dun*), наоборотъ, недостаточная величина  $g$  указывала на недостатокъ плотности, равный 2.8 и простирающійся на глубину 2930 футовъ. Предположивъ плотность поверхности равной 2.8, мы, значитъ, должны вообразить себѣ подъ Дѣра Дѣнь пустоту (впадину?) въ 2930 футовъ глубиною. Иными словами, „плотность вещества, лежащаго подъ Дѣра Дѣнь, настолько недостаточна—намъ неизвѣстно, на какую глубину простирается эта недостаточная плотность,—что

его пришлось-бы придавить вниз настолько, что поверхность земли оказалась на 2930 футовъ ниже ея настоящаго положенія, прежде чѣмъ оно достигло бы средней плотности земной коры. Подобнымъ же образомъ въ Колабѣ потребовалось бы возвышеніе лежащихъ внизу слоевъ, пока не образовалась бы кора высотой въ 2500 футовъ, чтобы свести чрезмѣрную плотность находящихся тамъ скалъ до средней плотности 2.8“.

Въ интересахъ этихъ наблюденій надъ маятникомъ были приняты нѣкоторыя нивелировки, упомянутыя въ другой части доклада, съ цѣлью опредѣлить разницу между уровнемъ Дэра Дѣнъ и Мёссури.

Наблюденія надъ приливами и отливами, простирающіяся на сорокъ два порта отъ Адена до порта Блэръ, продолжаютъ давать цѣнные результаты. Въ настоящее время въ Англійи издаются таблицы прикладныхъ часовъ для сорока портовъ, основанныя на наблюденіяхъ Индійскаго отдѣленія съемоковъ (Indian survey). Читатель найдетъ въ докладѣ нѣсколько поучительныхъ таблицъ, особенно таблицы, дающія ошибки во времени и высотѣ воды, предсказанныхъ для приливовъ и отливовъ въ различныхъ пунктахъ. Эти таблицы показываютъ видимое превосходство автоматической системы записей.

Одной изъ самыхъ интересныхъ работъ разсматриваемаго года являются результаты, полученные путемъ тщательнаго перевычисления наблюденій, сдѣланныхъ капитаномъ Вудомъ для опредѣленія положенія Эвереста и другихъ высокихъ вершинъ въ Непалѣ. Употребленные при этомъ болѣе точные способы даютъ очень незначительную разницу (нигдѣ не достигающую полу-секунды дуги) между новыми и прежними опредѣленіями координатъ наблюдательныхъ пунктовъ, причемъ разницы эти отражаются въ болѣе сильной степени на величинахъ наблюдавшихся вершинъ, но поправки на высоту наблюденныхъ вершинъ, происходящія вслѣдствіе введенія исправленнаго коэффициента рефракціи, болѣе значительны. Такъ напримѣръ, высота вершины Эверестъ уменьшена приблизительно на 300 футовъ (28.700 вмѣсто 29.000 футовъ), и вообще замѣтно уменьшеніе высоты большинства вершинъ. Однако, опредѣленія эти не слѣдуетъ при-

нимать за окончательныя. При вычисленіи высотъ, наблюденныхъ въ необычныхъ условіяхъ, есть еще другіе факторы, которые должны быть опредѣлены съ болѣе строгой точностью, и вполне возможно, что окончательная высота высочайшей горы въ мірѣ окажется скорѣе болшей, чѣмъ 29.000 футовъ, а не меньшей,

Докладъ дополненъ краткимъ отчетомъ о ходѣ топографическихъ съемокъ въ Синдѣ (безъ описаній, представляющихъ интересъ) и о рѣчныхъ съемкахъ въ Пенджабѣ, а также нѣсколькими общими замѣтками о городскихъ и муниципальных съемкахъ.

Обращаясь къ докладу о съемкахъ въ Египтѣ за тотъ же годъ, мы находимъ столь же дѣятельный отдѣлъ съ еще болѣе широкимъ полемъ изслѣдованій. Египетское отдѣленіе съемокъ является „всеобщимъ поставщикомъ“ научныхъ свѣдѣній въ Египтѣ. Оно занимается не только измѣреніемъ базисовъ и продолженіемъ геодезической триангуляціи высшаго порядка, но включаетъ въ свои обязанности даже анализъ молока изъ Зоологическаго сада, хотя не указано, отъ какого животнаго берется это молоко. Однимъ словомъ, это вѣдомство является какъ разъ такимъ, какимъ должно быть при строго финансовомъ веденіи дѣла. Ничто не пропадетъ даромъ изъ административнаго состава геологическаго, метеорологическаго, сейсмологическаго и другихъ научныхъ отдѣловъ. Всѣ они соединяются подъ дѣльнымъ управленіемъ этого способнѣйшаго офицера, капитана Лайонса (Lyons), F. R. S.

Самой интересной частью доклада съ географической точки зрѣнія является продолженіе триангуляціи вверхъ по долинѣ Нила до Вади Хафа (Wady Halfa). Это значить, что былъ произведенъ прямой рядъ измѣреній по меридіану на протяженіи 1050 километровъ отъ Египта на югъ до параллели 22° сѣв. шир. Эта триангуляція не геодезическая и потому, какъ измѣреніе второго порядка, не можетъ немедленно войти какъ часть въ рядъ измѣреній большихъ дугъ, который долженъ быть распространенъ отъ Наталя до Каира. Но она окажетъ значительную помощь въ смыслѣ облегченія окончательныхъ измѣреній этой дуги и представляетъ чрезвычайно важный вкладъ въ этотъ трудъ. Новое

обложение земель вызвало большой спросъ на триангуляціонныя работы въ дельтѣ, которая представляетъ собою чрезвычайно разработанное пространство и потому требуетъ величайшей возможной точности при измѣреніяхъ для кадастровыхъ цѣлей. Уже очень много сдѣлано для достиженія желаемыхъ результатовъ. Предварительныя работы для начала строго геодезической триангуляціи Египта уже ведутся, и выражается надежда, что эти измѣренія будутъ въ концѣ концовъ приведены въ связь съ подобнаго же рода работами въ Южной Африкѣ и будутъ продолжены отъ Сѣвернаго Мыса (North Cape) до Греціи. „По своему окончаніи и приведеніи въ связь, эти соединенныя измѣренія будутъ простираться отъ 34° южн. широты до 70° сѣв. широты, и должны значительно дополнить наши свѣдѣнія о формѣ и размѣрахъ земного шара, задачѣ чрезвычайно важной и интересной“. Это безъ сомнѣнія вѣрно, но финансовая сторона проекта, можетъ быть, выиграла бы болѣе, если-бы было принято во вниманіе практическое значеніе, по крайней мѣрѣ одной центральной геодезической цѣпи, которую и слѣдовало-бы принять за основаніе и исходную точку при составленіи всѣхъ послѣдующихъ картъ Восточной Африки. Опредѣленіе фигуры земного шара не является единственной, ни самой важной цѣлью дорого-стоящей и продолжительной триангуляціи этого рода. Повидимому, научные сторонники такого гигантскаго измѣренія дугъ часто упускаютъ изъ вида его громадное практическое значеніе.

Въ связи съ этимъ вопросомъ, отчетъ даетъ много интересныхъ свѣдѣній о базисныхъ измѣреніяхъ и о заботѣ и трудѣ, приложенныхъ къ тому, чтобы снабдить изслѣдователей наилучшими инструментами. Способъ измѣренія Едерина (lädlerin) оказался не вездѣ одинаково успѣшнымъ, вслѣдствіе недостатка въ установленныхъ мѣрахъ сравненія и вслѣдствіе измѣнчивости натяженія проволоки; но, со введеніемъ надлежащихъ образцовыхъ мѣръ для сравненія, та чрезвычайная быстрота базисныхъ измѣреній, которая можетъ быть достигнута при употребленіи этого прибора, вполне обезпечиваетъ его постоянное примѣненіе въ будущемъ. Въ рядѣ Нильскихъ измѣреній было измѣрено десять базисовъ, частью при помощи прибора Едерина, частью посред-

ствомъ 100-метровой стальной проволоки. При этихъ измѣреніяхъ пользовались 8-дюймовымъ теодолитомъ съ микрометромъ и вѣроятная ошибка наблюденныхъ угловъ исчисляется въ 1.44 секунды.

Топографическія работы за послѣднее время ограничивались, главнымъ образомъ, компиляціями изъ картъ площади дельты, составленныхъ въ большомъ масштабѣ.

Въ метеорологическомъ и магнитномъ отдѣлахъ произведено было громадное количество полезной работы, также какъ и въ геологическомъ отдѣлѣ, а измѣренія рѣчныхъ глубинъ доставили цѣнные данныя относительно водоснабженія Нила. Такъ напримѣръ, найдено, что объемъ воды въ Хартумѣ (когда Атбара не доставляетъ воды) больше, чѣмъ ея объемъ въ Асванѣ (Ассуанѣ). Въ какомъ размѣрѣ уменьшеніе объема воды въ Асванѣ должно быть отнесено къ вопросу открытому „seepage“ (какъ предполагается въ отчетѣ) возможно, что это вопросъ еще неразъясненный.

Въ общемъ, докладъ таковъ, что капитанъ Лайонсъ справедливо можетъ гордиться имъ, такъ какъ онъ представляетъ собою отчетъ о крупной работѣ чрезвычайно полезнаго вѣдомства, прекрасно организованнаго и хорошо управляемаго.

Т. X. X.

# ОТЧЕТЪ

## Индійской съемки за 1903—1904 г.г.

Извлеченіе изъ „General Report on the operations of the Survey of India administered under the Government of India during 1903—1904“.

Генераль-Маіора *Витковскаго*.

Въ февралѣ 1904 года прежній начальникъ Индійской съемки полковникъ Горъ вышелъ въ отставку, и на его мѣсто назначенъ новый—подполковникъ Лондъжъ (F. V. Longe). Въ это же время совершилось окончательное сліяніе всѣхъ геодезическихъ работъ Индіи въ одно цѣлое; раньше, такъ называемыя лѣсныя съемки имѣли самостоятельнаго начальника, теперь онѣ вошли въ общее Управленіе въ видѣ отдѣльнаго Департамента. Отчетъ о работахъ съ 1 октября 1903 г. по 30 сентября 1904 г. составляетъ одинъ томъ въ 105 страницъ большого формата и изданъ подъ редакціею полковника Хобдая (J. R. Hobday), состоявшаго весь годъ помощникомъ начальника съемки. Отчетъ украшенъ превосходною фотогравюрою—портретомъ полковника Гора, прослужившаго на Индійской съемкѣ 30 лѣтъ, и съ 1899 г. бывшаго ея начальникомъ. Въ концѣ отчета помѣщена весьма обстоятельная статья подполковника Буррарда о научныхъ работахъ индійской съемки, по сравненію съ подобными же работами въ другихъ странахъ Европы и Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки.

### **Астрономическія и геодезическія работы.**

Астрономическія опредѣленія точекъ въ отчетномъ году представляли продолженіе работъ прежнихъ лѣтъ; они заключались въ наблюденіи географическихъ широтъ на восьми самыхъ сѣверныхъ точкахъ градуснаго измѣренія вдоль меридіана  $78\frac{1}{2}^{\circ}$  восточной долготы отъ Гринича. Сравненіе непосредственно опредѣленныхъ широтъ съ широтами, вычисленными изъ триангу-

ляціи, обнаружило на всѣхъ точкахъ значительныя уклоненія отвѣса къ сѣверу; именно астрономическія широты оказались вездѣ меньше геодезическихъ на  $20''$ — $30''$ , а на точкѣ Kājriг эта разность достигла  $47''_{34}$ .

**Тригонометрическія работы** производились двумя отдѣльными партіями: одна занималась продолженіемъ первокласснаго ряда треугольниковъ въ Бирмѣ, другая съ большими усилиями присоединила одинъ большой геодезическій четырехугольникъ въ Гималайскихъ горахъ къ сѣверной оконечности большого меридіаннаго ряда. Какъ побочная геодезическая работа любопытна поѣздка капитана Вуда (H. Wood) въ Непаль съ цѣлью разясненія вопроса о высочайшей вершинѣ Гималайскаго хребта; таковою, какъ извѣстно, считается гора Эверестъ, названная такъ бывшимъ начальникомъ Индійской триангуляціи Уогомъ (Waugh) въ 1856 году, въ память своего предшественника генерала Эвереста. Между тѣмъ, вскорѣ послѣ этого, именно въ 1862 году, знаменитые путешественники, братья Шлагинтвейтъ признали данное имя неправильнымъ, потому что гора имѣла будто-бы уже мѣстное названіе—Гауризанкаръ. Съ тѣхъ поръ въ курсахъ географіи и на картахъ высочайшая гора Гималаевъ, лежащая къ сѣверо-востоку отъ столицы Непала Катманду, носить двойное названіе Гауризанкаръ-Эверестъ. Однако, нѣкоторые признавали, что тутъ скрывается недоразумѣніе, такъ какъ братья Шлагинтвейтъ не могли видѣть изъ Катманду горы Эверестъ; по этому поводу въ географическихъ журналахъ было помѣщено нѣсколько статей. Недоразумѣніе разяснено только осенью 1903 года, когда капитанъ Вудъ произвелъ точныя измѣренія зенитныхъ разстояній съ разныхъ тригонометрическихъ точекъ, расположенныхъ въ Непалѣ. Оказалось, что мѣстное названіе Гауризанкаръ носить гора, лежащая приблизительно въ 100 верстахъ къ сѣверо-востоку отъ Катманду, откуда она отлично видна въ ясную погоду и вается самую выдающуюся; на самомъ же дѣлѣ высота вершины этой горы не является необычайною среди другихъ гигантовъ Гималаевъ, такъ какъ она составляетъ всего 34.440 футовъ. Гора же Эверестъ, давно опредѣленная Индійскою триангуляціею, вовсе не видна изъ Катманду, лежитъ на той же параллели верстъ на 50

восточнѣе Гауризанкара и, будучи окружена высокими хребтами, вблизи не представляется особенно выдающеюся. Величіе этой вершины обнаруживается лишь издалека, напимѣръ, изъ равнинъ Тибета. По вычисленіямъ Вуда высота горы Эверестъ равна 29.000 футовъ, и, слѣдовательно, это вершина несомнѣнно величайшая не только среди Гималаевъ, но представляетъ высочайшую точку всей земной поверхности.

**Точныя нивеллировки** въ отчетномъ году производились въ разныхъ мѣстахъ въ Бирмѣ и между Дера-Дунъ и Муссури въ Индіи. Предположенную сѣть точныхъ нивеллировокъ рассчитываютъ окончить лѣтъ черезъ двадцать; тогда на каждомъ листѣ „основной карты“ Индіи (1 миля въ 1 дюймѣ) будетъ не менѣе 4-хъ нивеллирныхъ марокъ. Въ настоящее время общая длина всѣхъ нивеллирныхъ линій составляетъ только 15.500 миль; эти линіи примыкаютъ къ уровню воды въ 20 мѣстахъ по берегамъ Индіи.

Въ теченіе отчетнаго года впервые начались систематическія наблюденія **маятниковъ**. До сихъ поръ наблюденія съ этими приборами въ Индіи производились лишь случайно. Между тѣмъ разнообразіе рельефа и значительныя уклоненія отвѣсныхъ линій указываютъ, что распредѣленіе силы тяжести въ Индіи должно представлять уклоненія отъ нормальнаго хода; на желательность именно систематическихъ наблюденій надъ маятниками указывали и многіе члены международнаго геодезическаго союза. Въ 1903 г. управленіе Индійской съемки приобрѣло новые приборы Штернека, которые послѣ всестороннихъ изслѣдованій въ Гриничѣ и Кью были перевезены въ Индію, гдѣ въ 1904 году и произведены полные ряды наблюденій въ Колабѣ (вблизи Бомбея), въ Мадрасѣ, Дера-Дунѣ и Муссури. Всѣ эти наблюденія произведены майоромъ Леноксъ-Конингамомъ (Lenox-Conyngham), который подробно ознакомился съ ними въ Потсдамѣ, подъ руководствомъ профессора Гельмерта.

Въ послѣднее время въ Индіи очень развились **наблюденія приливовъ и отливовъ**. Въ портахъ Индійскаго Океана эти явленія весьма сложны отъ значительной величины такъ называемаго суточного неравенства, совершенно незамѣтнаго въ европейскихъ

водахъ; вслѣдствіе суточного неравенства въ портахъ Индіи, въ извѣстныя времена, наблюдается вмѣсто двухъ только одинъ приливъ въ сутки, и прежнія предсказанія высокой и низкой воды были тутъ весьма неточны. Научныя работы Джоржа Дарвина (сына знаменитаго естествоиспытателя) и Вильяма Томсона, которые ввели въ вычисленіе приливовъ гармоническій анализъ, позволили нынѣ довести точность предсказаній приливовъ до 1 дюйма; для этого требуется, чтобы въ данномъ мѣстѣ велись правильныя наблюденія въ теченіе пяти лѣтъ. Въ настоящее время въ Индіи дѣйствуютъ 8 постоянныхъ обсерваторій для наблюденія приливовъ и отливовъ и, кромѣ того, послѣдовательно отърывается много временныхъ.<sup>5</sup>

Систематическое изученіе **земного магнетизма** началось въ Индіи съ 1900 года и въ 1906 году предполагено окончить такъ называемую „предварительную“ магнитную съемку; эта работа дастъ величины склоненія, наклоненія и напряженія магнитной силы на 1.200 точкахъ, равнобѣрно выбранныхъ по всей Индіи и Бирмѣ. Предполагается, что предварительная съемка обнаружитъ мѣста съ аномаліями земного магнетизма, послѣ чего будетъ приступлено къ болѣе подробному изученію элементовъ этой силы въ окрестностяхъ точекъ съ магнитными аномаліями.

На всѣ перечисленныя работы въ отчетномъ году израсходовано 234.047 индійскихъ рупій, а именно: на астрономическія работы 13.262 рупій, на триангуляціи—62.322 рупій, на наблюденія съ маятниками—24.656, на нивеллировки и наблюденія приливовъ и отливовъ—62.596 и, наконецъ, на магнитныя наблюденія—71.211 рупій.

### **Топографическія съемки.**

Полевыми топографическими работами занимались въ отчетномъ году 15 партій. Масштабъ съемокъ былъ весьма разнообразный, отъ 1 до 16 дюймовъ на 1 милю, т. е. отъ  $\frac{1}{63.360}$  до  $\frac{1}{3.960}$ . Индійскія съемки дѣлятся на собственно топографическія, гдѣ точно выражается рельефъ мѣстности, на лѣсныя и межевыя или кадастровыя. Болѣе всего снято было въ Верхней и Нижней Бирмѣ, затѣмъ въ центральныхъ провинціяхъ, въ Синдѣ, Пенджабѣ и

небольшія пространства въ прочихъ мѣстахъ Индіи. Одна съемочная партія работала на сѣверо-западной границѣ, гдѣ сняла около 1.800 кв. миль въ Белуджистанѣ. Всего же всѣми партіями снято болѣе 44.000 кв. миль. На производство съемочныхъ работъ израсходовано:

на топографическія съемки . . . .	763.608	рупіи.
„ лѣсныя „ . . . .	446.379	„
„ межевыя „ . . . .	1.047.838	„

Въ расходныхъ статьяхъ показаны довольно значительныя суммы, уплаченныя за срубленныя деревья.

Помимо топографическихъ работъ въ Индіи, чинами Индійской съемки производились съемки въ Сеистанѣ, Аравіи и Тибетѣ. Въ Сеистанѣ снято около 15.000 кв. миль въ масштабѣ 1 миля въ  $\frac{1}{4}$  дюйма ( $\frac{1}{253.440}$ ). Экспедиція въ Аравію началась еще въ Декабрѣ 1901 года и закончила свои работы въ іюлѣ 1904 г.; цѣлью ея было снятіе окрестностей Адена и точное опредѣленіе границъ англійскихъ владѣній въ Аравіи. Всего въ разныхъ масштабѣхъ снято тамъ болѣе 6.000 кв. миль. Съемки въ Тибетѣ производились капитаномъ Райдеромъ (Ryder) съ помощниками и начались вмѣстѣ со вступленіемъ англійскихъ войскъ въ Тибетъ осенью 1903 года. За время похода покрыто триангуляціею около 45.000 кв. миль, снято инструментально до 17.000 кв. миль и произведены маршрутныя съемки въ масштабѣ 1 миля въ 1 дюймѣ ( $\frac{1}{63.360}$ ). Кромѣ того, по достиженіи столицы Тибета сдѣлана подробная съемка Лхассы въ масштабѣ 1 миля въ 6 дюймахъ ( $\frac{1}{10.560}$ ) и опредѣлена абсолютная высота этого города; она оказалась 11.830 футовъ. На обратномъ пути въ Индію капитанъ Райдеръ прошелъ изъ Лхассы на западъ до Гартока, отсюда свернулъ на югъ черезъ Гималайскія горы въ Симлу. За это время снято еще около 40.000 кв. миль и опредѣлено множество высотъ горъ и уровня воды въ озерахъ. Высота воды въ священномъ озерѣ Манасароваръ оказалась 14.900 футовъ.

### Составленіе и печатаніе картъ.

При главномъ управленіи Индійской съемки въ Калькуттѣ и при отдѣленіи ея въ Дера-Дунѣ составляются карты въ разныхъ масштабѣхъ и издаются затѣмъ различными способами.

Въ отчетномъ году приступили къ составленію пяти новыхъ общихъ картъ Индіи, что съ прежними пятью представляетъ десять общихъ картъ Индіи, издаваемыхъ въ масштабахъ отъ 32 до 256 миль въ 1 дюймъ (отъ  $\frac{1}{2.027.520}$  до  $\frac{1}{16.220.160}$ ). Такъ называемыхъ провинціальныхъ картъ имѣется уже 30, главнымъ образомъ въ масштабѣ 16 миль въ 1 дюймъ ( $\frac{1}{1.013.760}$ ); многія изъ нихъ признаны нынѣ устарѣвшими и потому, напримѣръ, карты провинцій Бенгальской, Бомбейской и Мадрасской составляются теперь заново, по новѣйшимъ съемочнымъ матеріаламъ. Кромѣ того, составляются и издаются такъ называемыя уѣздныя карты (District maps) въ масштабѣ 4 мили въ 1 дюймъ ( $\frac{1}{253.440}$ ).

Составленіе и изданіе Карты Индіи и прилежащихъ странъ въ масштабѣ  $\frac{1}{1.000.000}$  продолжаютъ подвигаться впередъ; въ отчетномъ году было въ работѣ 16 новыхъ листовъ этой карты. Большая Основная карта Индіи (Standard sheets) въ масштабѣ 1 миля въ 1 дюймъ ( $\frac{1}{63.360}$ ) тоже продолжается весьма дѣятельно, при чемъ не только составляются новые листы, но уже приходится исправлять прежде изданные. Листы этой карты обнимаютъ пространства и внѣ предѣловъ Индіи, напримѣръ, къ сѣверо-западной ея части примыкаетъ 46 листовъ за границами Индіи.

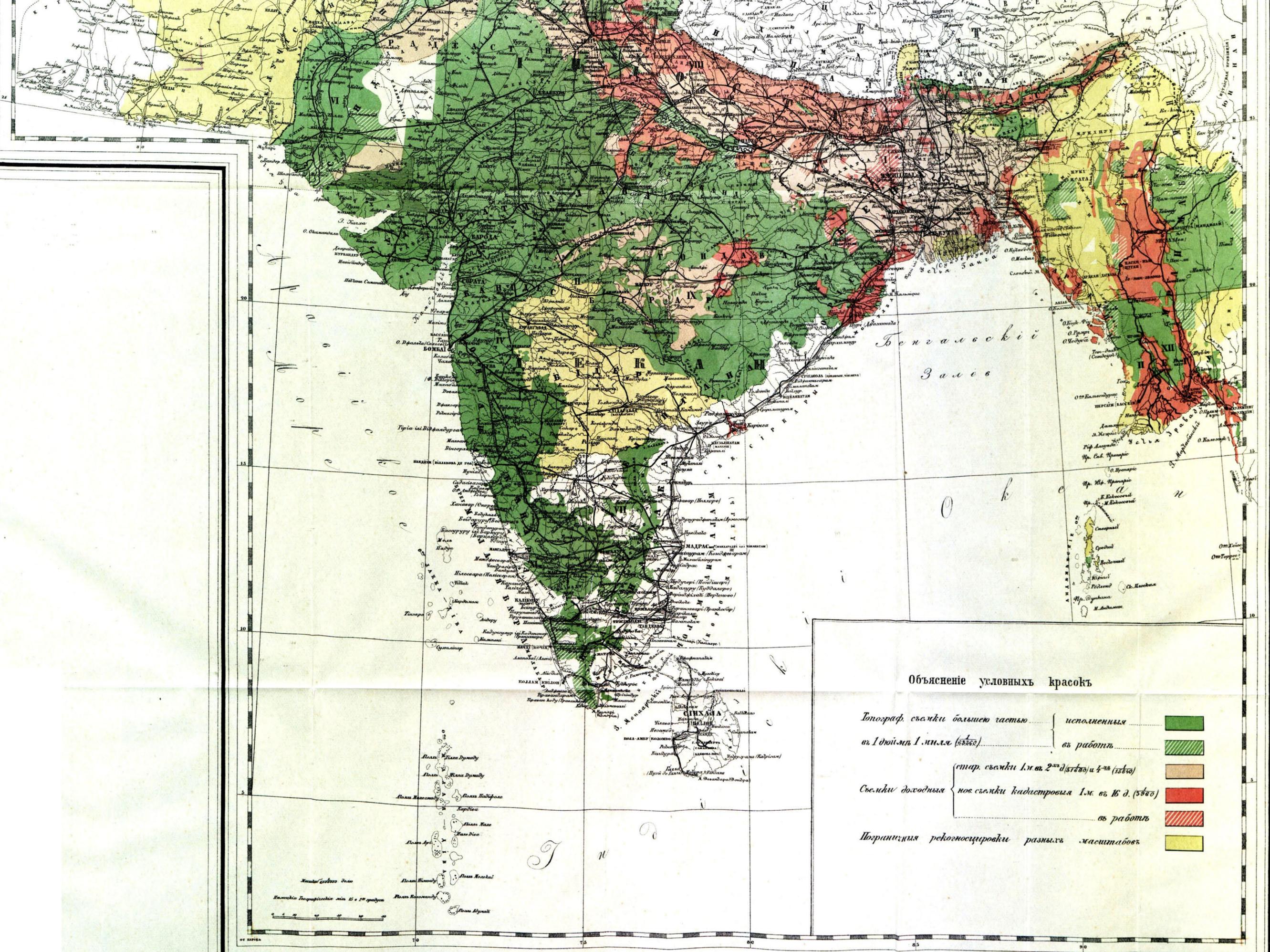
Всѣ перечисленныя карты гравированы на мѣдныхъ доскахъ, которыя иногда покрываются сталью или серебромъ. Для печатанія, въ помощь прежнимъ, въ отчетномъ году приобрѣтено 3 новыхъ печатныхъ станка, выписанныхъ изъ Англіи. Въ послѣднее время получила большое развитіе гелиографюра, хотя опытныхъ мастеровъ готовить на мѣстѣ очень затруднительно. Въ качествѣ руководителей рѣшено пригласить нѣсколько лицъ, окончившихъ Военно-инженерную школу въ Чатамѣ. Продолжительные періоды дождливыхъ дней въ Калькуттѣ весьма задерживаютъ извѣстные процессы фотографіи; въ отчетномъ въ фотографическомъ павильонѣ установлены двѣ большія дуговые лампы, что должно ускорить приготовленіе негативовъ.

Литографія примѣняется преимущественно для картъ второстепеннаго значенія; въ отчетномъ году путемъ литографіи напечатаны: карта Персіи на 6 листахъ съ горами сепіею въ масштабѣ 16 миль въ 1 дюймъ ( $\frac{1}{506.880}$ ), карта Адена тоже на 6 ли-

стахъ въ масштабѣ 1 миля = 8 дюймамъ ( $\frac{1}{7.920}$ ), карта **Кореи и Маньчжуріи**, карта для маневровъ Индійскихъ войскъ, лѣсныя карты съ показаніемъ мѣсторасположенія цѣнныхъ древесныхъ породъ и многія другія. Для литографіи въ 1904 году приобрѣтена новая печатная машина фирмы Furnival and Co съ электрическимъ двигателемъ. Замѣна прежнихъ двигателей электрическими способствовала быстротѣ и точности работы.

Въ Отчетѣ неоднократно упоминается, что успѣху составленія и изданія картъ много мѣшаютъ неожиданныя требованія изготовленія специальныхъ картъ для нуждъ почтоваго и другихъ вѣдомствъ.





Бенгальскі  
Залив

**Объясненіе условныхъ красокъ**

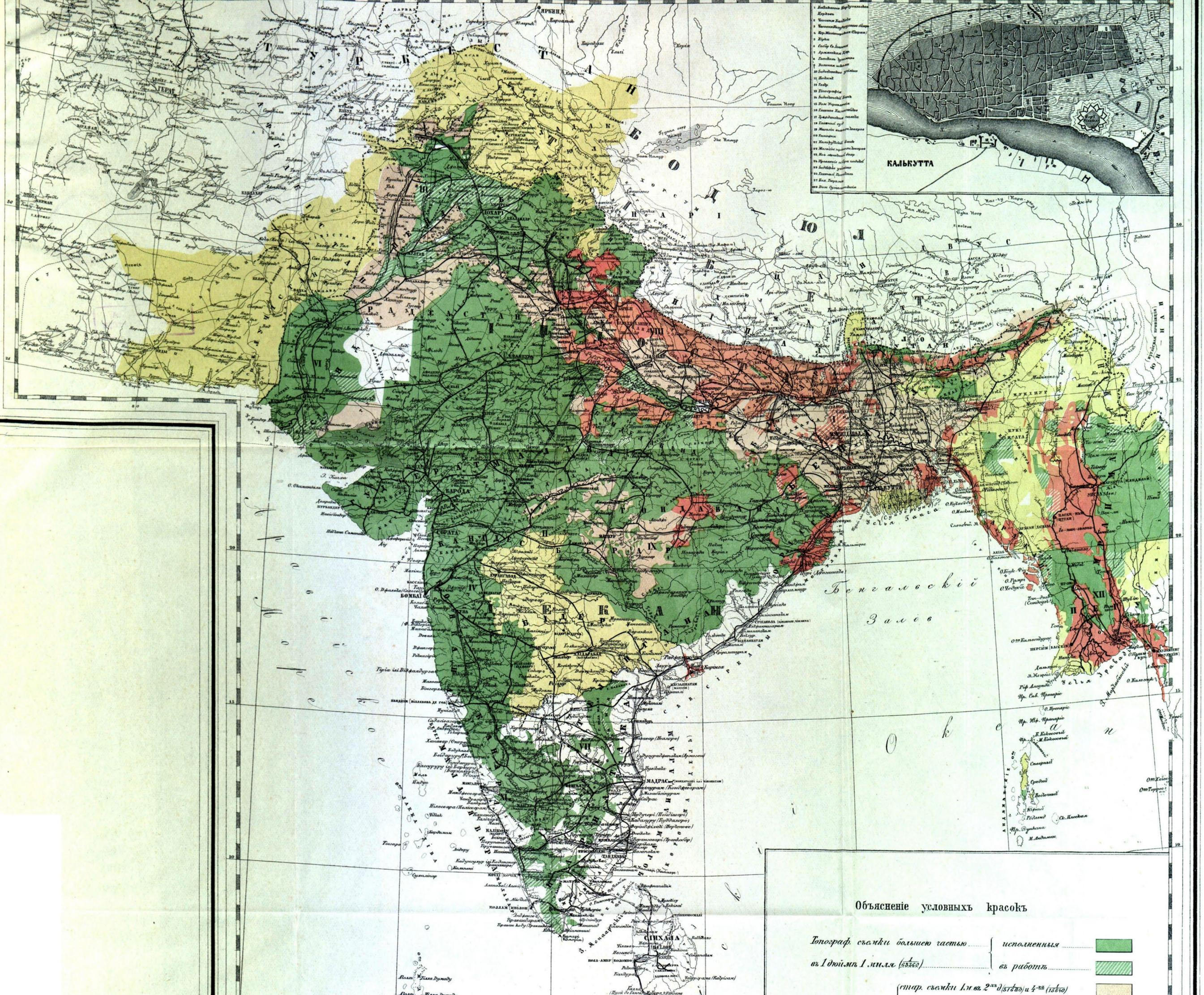
Топограф. свѣтки болѣею частью	исполненыя	въ работѣ	     
въ 1 дюймѣ 1 миля (1:31680)			
Свѣтки доходныя	исполненыя	въ работѣ	     
стар. свѣтки 1:1 вѣ 2 <sup>го</sup> д. (1:63360) и 4 <sup>го</sup> д. (1:25344) нов. свѣтки кадистровыя 1:1 вѣ 16 д. (1:38720)			
Пограничія рекогносцировки разныхъ масштабовъ			

Гр. Кооп. топ. Архангельскъ, карты вѣдѣн. гр. Бергмастера

-  I Бенгальское Провинство II Буря III Бенгалскі
  -  IV Бенгальское Провинство V Бенд VI Бенд
  -  VII Мадрастское Провинство VIII Ауд
  -  IX Центральная Провинція
  -  X Северо-восточная провинція XI Буря XII Британская Буря
  -  Выселенныя земли
- Крымскіе: Восточныя границы по состоянию флоры, климата, географическаго положенія въ видѣхъ того или другаго дѣльскаго субстрата
- Малыя дороги открытыя
- Топографія
- Железныя дороги строивыя
- Посѣдныя

Вырѣз. олов. Чичков. Цитирован. Дополнено по Сандвичамъ 1875 г.

Железныя и особыяныя дороги начертаны съ основаній карты изд. 1875 г., граница съ 50 вѣр. изд. В.Т.У.И. и съ англійской карты изд. 1905 г. Лек. Ва. Бенедикт



- 1. Калькутта
- 2. Чертанов
- 3. Бр. Митра
- 4. Бр. Митра
- 5. Бр. Митра
- 6. Бр. Митра
- 7. Бр. Митра
- 8. Бр. Митра
- 9. Бр. Митра
- 10. Бр. Митра
- 11. Бр. Митра
- 12. Бр. Митра
- 13. Бр. Митра
- 14. Бр. Митра
- 15. Бр. Митра
- 16. Бр. Митра
- 17. Бр. Митра
- 18. Бр. Митра
- 19. Бр. Митра
- 20. Бр. Митра
- 21. Бр. Митра
- 22. Бр. Митра
- 23. Бр. Митра
- 24. Бр. Митра
- 25. Бр. Митра
- 26. Бр. Митра
- 27. Бр. Митра
- 28. Бр. Митра
- 29. Бр. Митра
- 30. Бр. Митра
- 31. Бр. Митра
- 32. Бр. Митра
- 33. Бр. Митра
- 34. Бр. Митра
- 35. Бр. Митра
- 36. Бр. Митра
- 37. Бр. Митра
- 38. Бр. Митра
- 39. Бр. Митра
- 40. Бр. Митра
- 41. Бр. Митра
- 42. Бр. Митра
- 43. Бр. Митра
- 44. Бр. Митра
- 45. Бр. Митра
- 46. Бр. Митра
- 47. Бр. Митра
- 48. Бр. Митра
- 49. Бр. Митра
- 50. Бр. Митра



Бенгалскій  
Залив

Объяснение условных красок

Топограф. свѣтки болѣею густою	исполненыя	въ работѣ	  
въ 1 дюймѣ 1 м. м. (1:25360)			
(стар. свѣтки 1 м. в. 2 <sup>20</sup> (1:51720) и 4 <sup>20</sup> (1:25860))			