

Académie impériale des sciences. Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. Tome 3, 1908-1910, Saint-Pétersbourg.

SOMMAIRE

Livraison I, 1908

Procès-verbaux des séances de la Commission Centrale Sismique Permanente :

Séance du 12 janvier 1907	I
» » 26 » 1907.....	VII
» » 23 février 1907.....	X
Rapport de prince B. Galitzin : « Travaux sur la sismologie en Allemagne»	XIII
Séance du 23 mars 1907.....	XXIII
Résumé du rapport de M. le professeur G. Levitski sur les résultats de la comparaison des observations faites avec les instruments du prince Galitzin à Poulkovo et avec les instruments de Zöllner à Iouriev	XXVI
Propositions faites parla Sous-commission pour rechercher des mesures assurantes le développement progressif du fonctionnement de la Commission Sismique dans une direction désirable	XXIX
Séance du 3 mai 1907	XXXIII
» » 31 août 1907.....	XL
» » 26 octobre 1907.....	XLIV
Rapport de M. E. Rosenthal sur les travaux faits au Bureau Central de l'Association Internationale de Sismologie	XLIX
Séance du 30 novembre 1907.....	LI

Fürst B. Galitzin, Die electromagnetische Registriermethode.....	1
H. Pomerantzef, Sur la détermination des constantes du mouvement propre d'un pendule apériodique	107
Fürst B. Galitzin, Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa	117
Fürst B. Galitzin, Hilfstabellen zur Auswerthung von Seismogrammen bei Anwendung aperiodischer Instrumente.....	172
Ed. Stelling, Aschenregen auf Kamtschatka in der Nacht vom 15/28 auf den 16/29 März 1907 (Resume)	202
I. Sikora, Sismographe d'une construction simple et la sismogramme du tremblement de terre à Karatagh le 8/21 octobre 1907 tracée par ce sismographe	205
Prof. Dr. G. Lewitzky, Einige bemerkenswerthe Erdbeben des Jahres 1906	213

G. Levitski, La première assemblée générale de l'Association Internationale de Sismologie et la deuxième réunion de la Commission Permanente de la dite Association à la Haye le 21-25 septembre	227
--	-----

Bulletin de la Commission Centrale Sismique Permanente, rédigé par M.le professeur G. Levitski. Année 1906, janvier-décembre.....	pag.1-229
---	-----------

Livraison II, n°1, 1909

Procès-verbaux des séances de la Commission Centrale Sismique Permanente :	
Séance du 1 février 1908.....	I
Résumé du rapport de M. le prince B. Galitzin : Sur les derniers résultats des observations faites à la station sismique auprès de l'Observatoire à Poulkovo	V
Séance du 29 février 1908.....	VIII
» » 28 mars 1908.....	XII
» » 2 mai 1908.....	XV
» » 3 octobre 1908.....	XIX
Résumé du rapport de M. le prince B. Galitzin : Sur les résultats des observations sismiques dernières à Poulkovo	XXVI
Séance du 28 novembre 1908.....	XXIX

A. Orlov, Sur l'étude des sismogrammes d'un pendule périodique.....	1
Fürst B. Galitzin, Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mittheilung.....	5

Bulletin de la Commission Centrale Sismique Permanente, rédigé par M. le professeur G. Levitski. Année 1907, janvier-juin	pag.1-135
---	-----------

Livraison II, n°2, 1910

Elmar Rosental, Bestimmung des Epizentrums des Nordpazifischen Bebens vom 17 August 1906	121
Fürst B. Galitzin (Golicyn), Zur Frage der Untersuchung der Erschütterungen von Gebäuden	143

Bulletin de la Commission Centrale Sismique Permanente, rédigé par M. le professeur G. Levitski. Juillet-décembre 1907	pag. 137-269
--	--------------

Livraison III, 1910

Comptes-rendus des séances de la Commission Centrale Sismique Permanente :	
Séance du 2 janvier 1909.....	I
Résumé du rapport du prince B. Galitzine : « Sur le tremblement de terre Sicilien le 15/28 décembre 1908 »	VII
Rapport du prince B. Galitzine sur le livre du prof. C. G. Knott « The physics of earthquake phenomena », Oxford, 1908.....	X

Séance du 30 janvier 1909	XVI
» » 27 février 1909.....	XXI
Extrait du rapport de Mr. P. Nikiforow sur le mémoire du prof. E. Wiechert « Die Erdbebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik ». P. ZS. 9 J. N° 1	XXV
Extrait du rapport de Mr. P. Nikiforow sur le mémoire de Mr. E. Tams « Ueber die geographische Verbreitung einiger im Jahre 1903 beobachteten Epicentra und ihre geophysicalische Bedeutung »	XXVII
Séance du 24 avril 1909	XXVIII
Rapport de Mr. E. Stelling « Données sur le tremblement de terre en Perse le 10/23 janvier 1909 »	XXXII
Séance du 8 mai 1909	XXXVII
» » 29 mai 1909	XLI
» » 23 octobre 1909	XLVI
» » 27 novembre 1909	LI
Résumé du rapport de Mr. K. Gamow : « L'influence des mouvements microsismiques et de la pression atmosphérique sur émanation du grisou »	LIX

Fürst B. Galitzin. Über ein neues schweres Horizontalpendel mit mechanischer Registrierung für seismische Stationen zweiten Ranges	1
G. Levitski. La troisième Conférence de la Commission Permanente de l'Association Sismologique Internationale. 30 août - 2 sept. 1909 à Zermatt	77
I. Wilip. Über die microseismischen Bewegungen nach den Aufzeichnungen der Pulkowaer seismischen Station für die Zeit vom 20/VIII 1908 bis 27/I 1909	82
A. Orlow. Sur la détermination d'une constante du pendule horizontale d'après la méthode du prince B. Galitzine	101

ИМПЕРАТОРСКАЯ АКАДЕМІЯ НАУКЪ.

**ИЗВѢСТІЯ
ПОСТОЯННОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ
КОМИССИИ.**

—
Томъ 3.

—
Выпускъ III.

—
ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES
DE
LA COMMISSION SISMIQUE PERMANENTE.

—
Tome 3.

—
Livraison III.

—
С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1910. ST.-PÉTERSBOURG.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Октябрь 1910 г. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *С. Ольденбургъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лин., № 12.

Оглавление. — Sommaire.

Протоколы засѣданій Постоянной Централь- ной Сейсмической Комиссiи:

	Стр.
Засѣданіе 2-го января 1909 года . . .	I
Резюме доклада князя Б. Б. Го- лицына: «О Сициланскомъ землетрясеніи 15/28 декабря 1908 г.»	VII
Рефератъ князя Б. Б. Голицына о книгѣ проф. C. G. Knott'a «The physics of earthquake phenomena». 278 стр. Oxford, 1908	X
Засѣданіе 30-го января 1909 года . .	XVI
» 27-го февраля 1909 года	XXI
Извлеченіе изъ доклада П. М. Ни- кифорова о статьѣ E. Wie- chert'a «Die Erdbebenfor- schung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik». P. ZS. 9 J. № 1	XXV
Извлеченіе изъ реферата П. М. Никифорова о трудѣ E. Tams'a «Ueber die geographi- sche Verbreitung einiger im Jahre 1903 beobachteten Epi- centra und ihre geophysikali- sche Bedeutung».	XXVII
Засѣданіе 24-го апрѣля 1909 года . .	XXVIII
Докладъ Э. В. Штеллингга: «Свѣ- дѣнія о землетрясеніи въ Пер- сиіи 10/23 января 1909 г.»	XXXII
Засѣданіе 8-го мая 1909 года	XXXVII
» 29-го мая 1909 года	XLI
» 23-го октября 1909 года	XLVI
» 27-го ноября 1909 года	LI
Резюме доклада К. И. Гамова: «Вліяніе микросейсмическихъ колесаній и атмосфернаго дав- ленія на выдѣленіе гремучаго газа»	LIX
Князь Б. Б. Голицынъ. О новомъ тя- желомъ горизонтальномъ маятни- кѣ съ механической регистраціей для сейсмическихъ станцій второго разряда	1

Comptes—rendus des séances de la Commission Centrale Sismique Permanente:

	Pages.
Séance du 2 janvier 1909.	I
Résumé du rapport du prince B. Galitzine: «Sur le tremble- ment de terre Sicilien le 15/28 décembre 1908»	VII
Rapport du prince B. Galitzine sur le livre du prof. C. G. Knott «The physics of earthquake phenomena». Oxford, 1908	X
Séance du 30 janvier 1909	XVI
» 27 février 1909	XXI
Extrait du rapport de Mr. P. Ni- kiforow sur le mémoire du prof. E. Wiechert «Die Erd- bebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geo- physik». P. ZS. 9 J. № 1.	XXV
Extrait du rapport de Mr. P. Ni- kiforow sur le mémoire de Mr. E. Tams «Ueber die geogra- phische Verbreitung einiger im Jahre 1903 beobachteten Epi- centra und ihre geophysicali- sche Bedeutung»	XXVII
Séance du 24 avril 1909	XXVIII
Rapport de Mr. E. Stelling «Don- nées sur le tremblement de terre en Perse le 10/23 janvier 1909».	XXXII
Séance du 8 mai 1909	XXXVII
» 29 mai 1909.	XLI
» 23 octobre 1909	XLVI
» 27 novembre 1909	LI
Résumé du rapport de Mr. K. Ga- mow: «L'influence des mouve- ments microsismiques et de la pression atmosphérique sur éma- nation du grisou»	LIX
Fürst B. Galitzin. Über ein neues schweres Horizontalpendel mit me- chanischer Registrierung für seismi- sche Stationen zweiten Ranges . . .	1

	Стр.		Pages.
Г. В. Левицкий. Третья Конференция Постоянной Комиссии Междуна- родной Сейсмологической Ассоциа- ции 30 авг.—2 сент. 1909 г. въ Цер- матъ	77	G. Levitski. La troisième Conférence de la Commission Permanente de l'Association Sismologique Interna- tionale. 30 août—2 sept. 1909 à Zermatt.	77
И. И. Вилипъ. О микросейсмическихъ колебаніяхъ по записямъ Пулков- ской сейсмической станціи за время съ 20/VIII 1908 г. по 27/I 1909 г.	82	I. Wilip. Über die microseismischen Bewegungen nach den Aufzeichnun- gen der Pulkowaer seismischen Sta- tion für die Zeit vom 20/VIII 1908 bis 27/I 1909	82
А. Я. Орловъ. Объ опредѣленіи по- стоянной горизонтальнаго маятни- ка по способу кн. Б. Б. Голицына.	101	A. Orlov. Sur la détermination d'une constante du pendule horizontale d'après la méthode du prince B. Galitzine	101

ПРОТОКОЛЫ ЗАСѢДАНІЙ

Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи.

Протоколъ засѣданія 2-го января 1909 года.

Подъ предсѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссіи: А. П. Герасимовъ, князь Б. Б. Голицынъ, А. А. Иностранцевъ, А. П. Карпинскій, И. И. Померанцевъ, Ю. М. Шокальскій, Э. В. Штеллингъ и приглашенные на засѣданіе гости: П. И. Броуновъ, И. И. Вилиппъ, І. А. Керсновскій и П. М. Никифоровъ.

§ 1.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 28-го ноября 1908 года.

§ 2.

Князь Б. Б. Голицынъ сдѣлалъ докладъ: „О землетрясеніи въ Сициліи 15/28 декабря 1908 г. по записямъ Пулковской сейсмической станціи“; резюме этого доклада, составленное княземъ Голицынымъ, напечатано въ приложеніи къ сему протоколу.

Секретарь Э. В. Штеллингъ сообщилъ, что отъ нѣкоторыхъ заграничныхъ сейсмическихъ Обсерваторій уже получены результаты наблюденій относительно Мессинскаго землетрясенія, первая предварительная фаза котораго была отмѣчена:

въ Триестѣ.....	въ 5 ^ч 22 ^м 20 ^с	по среднеевр. врем.
„ Грацѣ.....	„ 5 22 33	
„ Вѣнѣ.....	„ 5 22 56	
„ Краковѣ.....	„ 5 23 23	
„ Ахенѣ.....	„ 5 23 53	
„ Гамбургѣ.....	„ 5 24 16	

по телеграммамъ, полученнымъ отъ Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторій, начало возмущенія было отмѣчено въ Екатеринбургѣ около 5^ч 27^м, а въ Иркутскѣ около 5^ч 30^м.

Въ записяхъ унифиляра магнитографа Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ въ день катастрофы замѣчается размытость отъ 5^ч 34^м до 5^ч 40^м, которая по времени совпадаетъ съ наступленіемъ максимальныхъ колебаній по записямъ сейсмографовъ въ Пулковѣ; это обстоятельство говоритъ въ пользу того, что означенная размытость на кривой унифиляра механически вызвана колебаніями почвы.

Профессоръ П. И. Броуновъ указалъ, что по синоптическимъ картамъ наканунѣ землетрясенія и утромъ 15/28 декабря сильный циклонъ проходилъ черезъ Сицилію.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 3.

Князь Б. Б. Голицынъ сдѣлалъ рефераты о книгѣ профессора Knott'a „The physics of earthquake phenomena“ и о статьѣ профессора Rizzo „Nuovo contributo alla studio della propagazione dei movimenti sismici“.

Подробный рефератъ о книгѣ профессора Knott'a напечатанъ въ приложеніи къ сему протоколу.

§ 4.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ, что въ Юрьевѣ получена новая серія контактныхъ часовъ, заказанныхъ Г. В. Левицкимъ у Strasser'a & Rohde и предназначенныхъ для второклассныхъ сейсмическихъ станцій. По приглашенію Г. В. Левицкаго ассистентъ Астрономической Обсерваторіи въ Юрьевѣ И. И. Стандровскийъ составилъ инструкцію къ установкѣ и урегулировкѣ этихъ часовъ, которая уже отлитографирована и будетъ роздана заинтересованнымъ лицамъ.

Князь Б. Б. Голицынъ заявилъ, что новые контактные часы могутъ быть испытаны и провѣрены въ Физическомъ Кабинетѣ Академіи.

Постановлено по полученіи часовъ изъ Юрьева передать ихъ въ Физическій Кабинетъ для провѣрки.

§ 5.

И. И. Померанцевъ возбудилъ вопросъ о необходимости урегулировать изданія Комиссіи. Вслѣдствіе поздняго выхода Извѣстій члены Комиссіи иногда предпочитаютъ публиковать свои работы въ другихъ изданіяхъ, которыя выходятъ скорѣе; Комиссія теряетъ такимъ образомъ цѣнные труды, которые, при болѣе быстромъ изданіи Извѣстій, украшали бы страницы послѣднихъ.

Предсѣдатель О. А. Баклундъ присоединяется къ мнѣнію И. И. Померанцева и находитъ нужнымъ принять мѣры къ ускоренію изданія Извѣстій.

Секретарь Э. В. Штеллингъ предлагаетъ выделить въ особое изданіе Сейсмическій Бюллетень, который нынѣ прилагается къ ежегодному выпуску Извѣстій, а Извѣстія Комиссіи выпускать отдѣльными номерами съ общою пагинаціею за весь годъ.

Одобрено.

§ 6.

Доложено заявленіе астронома-наблюдателя Юрьевского Университета А. Я. Орлова, что онъ съ 1-го января 1909 года вступаетъ въ заведеніе сейсмической станціей въ г. Юрьевѣ.

А. Я. Орловъ считаетъ возможнымъ продолжать наблюденія въ Юрьевѣ не только съ однимъ тяжелымъ маятникомъ, но также и съ легкими маятниками Цёлльнера-Репсольда, если только Сейсмическая Комиссія согласится ассигновать еще 200 рублей въ годъ кромѣ 400 рублей, отпускаемыхъ А. Я. Орлову изъ кредита Комиссіи на наблюденія и опыты съ тяжелымъ маятникомъ (см. § 63 протокола засѣданія Комиссіи 28-го ноября 1908 года). Возможность содержанія первоклассной сейсмической станціи при столь незначительномъ пособіи со стороны Комиссіи обуславливается тѣмъ, что А. Я. Орловъ напелъ поддержку со стороны Университета; ему недостаетъ лишь 200 руб., которые Университетъ прибавить уже не можетъ.

Выражая увѣренность, что Сейсмическая Комиссія согласится за 200 рублей въ годъ имѣть въ Юрьевѣ первоклассную сейсмическую станцію, А. Я. Орловъ проситъ Комиссію отпустить ему эту сумму на означенный предметъ.

Постановлено отпустить субсидію въ 200 руб. на содержаніе сейсмической станціи въ Юрьевѣ сверхъ 400 рублей, уже ассигнованныхъ А. Я. Орлову на наблюденія и опыты съ тяжелыми горизонтальными маятниками.

§ 7.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что ассистентъ Центрального Сейсмическаго Бюро въ Страссбургѣ Д-ръ Маинка представилъ ему подробный докладъ о результатахъ работъ по изученію и испытанію сейсмическихъ приборовъ, выставленныхъ на Международномъ Сейсмологическомъ Съѣздѣ въ Гаагѣ въ сентябрѣ 1907 года. Въ качествѣ председателя избранной Съѣздомъ Комиссіи для оцѣнки качествъ сейсмографовъ, выставленныхъ на конкурсъ разными механическими заведениями, князь Б. Б. Голицынъ проситъ Сейсмическую Комиссію разрѣшить печатаніе доклада К. Маинка на правахъ рукописи; по отзыву Г. Непремѣннаго Секретаря Академіи, печатаніе доклада К. Маинка въ Академической типографіи не встрѣтитъ никакихъ затрудненій, если изданіе этого доклада будетъ признано нужнымъ Сейсмической Комиссіей.

Постановлено напечатать на правахъ рукописи докладъ Д-ръ Маинка

подъ заглавіемъ: „Die im Haag im September 1907 zum Wettbewerb ausgestellten Instrumente. Beobachtungen und Untersuchungen von Dr. C. Mainka“.

§ 8.

Доложено приглашеніе на конференцію Перманентной Комиссiи Международной Сейсмологической Ассоціаціи, назначенную въ Церматтѣ съ 30-го августа по 4-ое сентября 1909 года (по новому стилю).

Постановлено возбудить ходатайство о командированіи на конференцію членовъ Комиссiи Г. В. Левицкаго и князя Б. Б. Голицына въ качествѣ делегатовъ Россiи и объ отпускѣ средствъ на путевые расходы изъ кредита Министерства Народнаго Просвѣщенія.

§ 9.

Секретарь Комиссiи Э. В. Штеллингъ представилъ проектъ смѣты расходовъ Сейсмической Комиссiи на 1909 годъ.

Предметы расходовъ.	Отпущено по штату.	Предполагаемый расходъ.
1) На содержаніе сейсмическихъ станцій 2-го класса	3000 р.	1900 р. ¹⁾
2) а) На содержаніе сейсмической станціи въ Пулковѣ	1400 „	1400 „
б) Субсидія на содержаніе сейсмической станціи въ Юрьевѣ		200 „
в) А. Я. Орлову на опыты и наблюденія съ тяжелыми періодическими маятниками		400 „
3) На обработку сейсмическихъ наблюденій и на расходы по редакціи Сейсмическаго Бюллетеня	1500 „	1500 „ ³⁾
4) На изданія Комиссiи, карты и чертежи	1500 „	1400 „ ⁴⁾
5) На путевые расходы иногородныхъ членовъ.	600 „	300 „
6) Жалованье секретарю Комиссiи	600 „	600 „
7) На канцелярскіе и другіе мелкіе расходы, пересылку инструментовъ и изданій и пр.	400 „	400 „
8) На опыты и наблюденія князя Б. Б. Голицына	—	600 „
9) На улучшеніе состоянія второклассныхъ сейсмическихъ станцій; ремонтъ инструментовъ	—	300 „
Итого	9000 р.	9000 р.

3 Постановлено утвердить проектъ смѣты.

Примѣчанія. Къ п. 1. На содержаніе сейсмическихъ станцій въ Читѣ, Кабанскомъ, Красноярскѣ, Екатеринбургѣ, Дербентѣ, Шемахѣ, Боржомѣ, Ахалкалакахъ, Батумѣ, Пятигорскѣ и Зурнабатѣ по 150 руб., въ г. Вѣрномъ 250 руб., а всего 1900 руб.

Къ п. 3. На обработку наблюденій сейсмическихъ станцій въ Читѣ, Кабанскомъ, Красноярскѣ, Екатеринбургѣ, Дербентѣ, Шемахѣ, Боржомѣ, Ахалкалакахъ, Батумѣ, Пятигорскѣ, Зурнабатѣ и Вѣрномъ по 50 руб., и на расходы по редакціи Сейсмическаго Бюллетеня 900 руб., а всего 1500 рублей.

Къ п. 4. На изданіе картъ, діаграммъ и чертежей 1100 руб. и на бумагу 300 рублей, а всего 1400 руб.

§ 10.

По порученію астрофизика Ташкентской Обсерваторіи І. І. Сикора секретарь Э. В. Штеллингъ представилъ копіи съ сейсмограммы землетрясенія, ощущавшагося въ Ташкентѣ въ ночь съ 24 на 25 октября 1908 г. (по новому стилю) и отмѣченнаго сейсмографомъ простой конструкции, описаннымъ І. І. Сикора въ статьѣ, напечатанной въ 1 выпускѣ III тома Извѣстій Сейсмической Комиссіи. вмѣстѣ съ тѣмъ І. І. Сикора высказываетъ пожеланіе, чтобы сейсмическія станціи въ Тифлисѣ, Иркутскѣ и Ташкентѣ обзавелись простыми маятниками указаннаго имъ типа съ записью колебаній маятника на движущейся закопченной бумагѣ, и чтобы онѣ завели у себя также простые сейсмографы для регистраціи вертикальныхъ толчковъ. Эти простые сейсмографы должны всегда быть на готовѣ для отправки въ эпицентральную область немедленно по полученіи телеграммы о разрушительномъ землетрясеніи. Наблюдатель, командированный ближайшей сейсмической Обсерваторіей для изслѣдованія землетрясенія, долженъ устроить временную сейсмическую станцію близъ эпицентра и затѣмъ объѣздить захваченную землетрясеніемъ область для собиранія опросныхъ свѣдѣній, для изслѣдованія разрушеній и трещинъ и для опредѣленія мѣстностей наибольшаго разрушенія и сравнительнаго покоя. Желательно слѣдить за всѣми колебаніями почвы, наступающими послѣ разрушительнаго землетрясенія; поэтому временная сейсмическая станція должна продолжить свою дѣятельность до тѣхъ поръ, пока почва въ данной области не успокоится.

Комиссія признала, что отсутствіе соотвѣтственнаго кредита къ сожалѣнію лишаетъ ее возможности командировать наблюдателей для производства специальныхъ изысканій въ областяхъ, охваченныхъ землетрясеніями. Что же касается примѣненія рекомендованнаго І. І. Сикорою грубаго прибора, то стремленія Комиссіи направлены на снабженіе сейсмическихъ станцій сейсмографами лучшей конструкціи.

§ 11.

Доложено ходатайство профессора L. Martin'a въ Мадиссонѣ о сообщеніи ему свѣдѣній относительно сейсмическихъ возмущеній, отмѣ-

ченныхъ сейсмическими станціями во время землетрясеній, ощущавшихся 4-го и 10-го сентября 1899 года въ Аляскѣ.

Постановлено просить Г. В. Левицкаго сообщить профессору L. Martin'у результаты сейсмическихъ наблюдений въ Юрьевѣ въ указанные дни.

§ 12.

Доложена просьба профессора Нескер'а въ Потсдамѣ, сообщить ему свѣдѣнія о микросейсмическихъ явленіяхъ по сейсмограммамъ Тапкентской Обсерваторіи за нѣкоторые дни, когда микросейсмическія возмущенія въ Потсдамѣ достигли особенной интенсивности.

Постановлено просить Г. В. Левицкаго по возможности исполнить желаніе профессора Нескер'а.

Приложение къ § 2 протокола засѣданія Сейсмической Комиссіи
2-го января 1909 года.

Резюме доклада князя Б. Б. Голицина „О Сици- лианскомъ землетрясеніи 15/28 декабря 1908 г.“.

Страшное землетрясеніе, случившееся рано утромъ 15/28 декабря прошлаго года и уничтожившее часть Мессины, вызвало громадныя отклоненія Пулковскихъ сейсмографовъ. Даже два мало чувствительные маятника *A* и *B* съ механической регистраціей, временно установленные въ Пулковѣ и предназначенные для станціи въ Пятигорскѣ, дали очень большіе размахи.

До начала землетрясенія было очень тихо. Первая предварительная фаза (*P*) наступила въ видѣ рѣзкаго, сильнаго толчка въ $4^h 25^m 34^s$ средняго Гринвичскаго времени. Вторая предварительная фаза (*S*) была также очень рѣзка и наступила въ $4^h 29^m 45^s$. На основаніи этихъ данныхъ разстояніе эпицентра до Пулкова по Laufzeitcurven Wiechert'a оказалось равнымъ 2600 км. Дѣйствительное-же разстояніе отъ Мессины до Пулкова по дугѣ большого круга равно 2614 км.

Длиныя волны появились на сейсмограммѣ примѣрно въ $4^h 31^m$; около $6\frac{1}{2}^h$ землетрясеніе по Пулковскимъ записямъ почти совершенно затихло.

На сейсмограммахъ Мессинскаго землетрясенія было измѣрено до 9 болѣе правильныхъ максимумовъ. Главный максимумъ при періодѣ сейсмической волны T_p , примѣрно, въ $16,6^s$ наступилъ въ $4^h 34^m 1^s$. Соответствующее полное смѣщеніе точки земной поверхности (двойная амплитуда) въ Пулковѣ достигло при этомъ $1,196^m$. Болѣе чувствительные Пулковскіе сейсмографы (маятники II и III) вышли при этомъ совершенно изъ шкалы. Для наиболѣе чувствительнаго маятника III, при увеличеніи въ 748 (при данномъ T_p), соответствующее смѣщеніе свѣтящейся точки на барабанѣ должно бы было достигнуть громадной величины въ 894^m .

Данное землетрясеніе было зарегистрировано пятью различными приборами, выставленными на Пулковской станціи для сравнительнаго ихъ

испытанія. Всѣ они были ориентированы для записи колебаній, идущихъ по меридіану.

Приборы эти суть слѣдующіе:

Маятникъ II, видоизмѣненной мною Zöllner'овской конструкціи.

Маятникъ III такой-же конструкціи, но подъ колоколомъ при давленіи въ $46^m/m$.

Маятникъ Rebeur-Paschwitz'a подъ колоколомъ при давленіи въ $42^m/m$.

Всѣ три маятника находились около границы аперіодичности; регистрація гальванометрическая.

Маятникъ B типа Zöllner'a съ увеличительнымъ приборомъ (отношеніе плечъ около 5), съ магнитнымъ затуханіемъ (не очень сильнымъ) и съ механической регистраціей.

Маятникъ A такого-же устройства, какъ маятникъ B, но безъ затуханія.

Записи этихъ 5 маятниковъ сравнивались въ отношеніи моментовъ t наступленія отдѣльныхъ фазъ, періодовъ различныхъ сейсмическихъ волнъ T_p и амплитудъ X_m абсолютныхъ смѣщеній точки земной поверхности.

Всѣ маятники съ затуханіемъ дали въ общемъ очень согласные результаты; что-же касается маятника A безъ затуханія, то, хотя моменты t и періоды T_p получились вполне удовлетворительными, но за то вычисленная, въ предположеніи синусоидальнаго типа кривой, величина абсолютнаго смѣщенія X_m оказалась въ 4-хъ случаяхъ изъ пяти совершенно несогласной съ показаніями другихъ приборовъ. Максимумъ амплитуды кривой отъ маятника A совсѣмъ не совпалъ съ истиннымъ максимумомъ движенія почвы, а наступилъ значительно позднѣе, а именно тогда, когда періодъ соотвѣтствующей сейсмической волны $T_p = 13,1$ былъ близокъ къ собственному періоду маятника $T = 13,3$. Этотъ максимумъ обязанъ своимъ происхожденіемъ главнымъ образомъ явленію резонанса.

Это наблюденіе наглядно показываетъ всю неоспоримую выгоду пользоваться при сейсмическихъ наблюденіяхъ маятниками съ затуханіемъ.

Въ подтвержденіе всего изложеннаго докладчикомъ былъ представленъ рядъ сравнительныхъ таблицъ.

Обработка записей маятниковъ съ механической регистраціей при недостаточно большой массѣ маятника представляетъ то существенное неудобство, что величина затуханія зависитъ отъ самой величины амплитуды размаха пишущаго пера. Принимать во вниманіе эту зависимость представляетъ довольно значительныя практическія затрудненія. Для избѣжанія этого слѣдовало бы, при пользованіи механическимъ способомъ регистраціи, особенно при примѣненіи увеличительнаго прибора, увеличивать массу маятника до 100 килограммъ и болѣе.

На Пулковскихъ сейсмограммахъ этого землетрясенія можно найти

максимумы сейсмических волнъ, обогнувшихъ земной шаръ съ противоположной стороны (W_2 — Wellen). По этимъ даннымъ можно опредѣлить среднюю скорость V распространения поверхностныхъ сейсмическихъ волнъ.

Какъ среднее изъ 4-хъ опредѣленій получилось $V = 3,53 \frac{\text{км.}}{\text{сек.}}$

Кромѣ того является возможность опредѣлить средній коэффициентъ затуханія a поверхностной сейсмической энергіи, отнесенный къ длинѣ пути въ 1 километръ. ($I = I_0 e^{-as}$, гдѣ s пройденный путь).

Какъ среднее изъ 4-хъ опредѣленій получилось $a = 0,00027$, тогда какъ Angenheister изъ 6 землетрясеній вывелъ въ среднемъ $a = 0,00026$.

Докладчикомъ были продемонстрированы также оригинальныя сейсмограммы, полученныя съ вышеупомянутыми пятью маятниками.

Приложеніе къ § 3 протокола засѣданія Сейсмической Комиссіи
2-го января 1909 года.

Рефератъ князя Б. Б. Голицына о книгѣ проф.
C. G. Knott'a „The physics of earthquake phenomena“.
278 стр. Oxford, 1908.

Новое сочиненіе проф. Эдинбургскаго университета Knott'a «The physics of earthquake phenomena» представляетъ собою краткое, весьма сжатое, но тѣмъ не менѣе очень обстоятельно написанное руководство по сейсмологіи, причемъ авторъ имѣлъ преимущественно въ виду чисто физическую сторону явленій, что слѣдуетъ непосредственно изъ самого заглавія сочиненія. Появленіе такого руководства нельзя не привѣтствовать.

Книга эта читается очень легко; написана она яснымъ и понятнымъ языкомъ, причемъ описаніе различныхъ явленій отличается большою наглядностью. Авторъ, видимо, предпочитаетъ всюду наглядный, элементарный, графическій способъ изложенія, методу математическому. Въ этомъ отношеніи книга эта страдаетъ нѣкоторыми пробѣлами; такъ напр., математическая теорія сейсмическихъ приборовъ, теорія распространенія упругихъ колебаній и пр. разработаны авторомъ нѣсколько слабо и въ этомъ отношеніи курсъ проф. Knott'a оставляетъ желать лучшаго, но тѣмъ не менѣе сочиненіе это можетъ быть читаемо съ пользою, не только лицами мало свѣдущими въ этой области знаній, но даже и специалистами по сейсмологіи, такъ какъ оно содержитъ въ общемъ довольно полный общій обзоръ современнаго состоянія этой науки.

Въ первой главѣ, посвященной введенію въ науку о сейсмическихъ явленіяхъ, авторъ даетъ элементарныя понятія о различныхъ складчатостяхъ и натяженіяхъ въ горныхъ породахъ, входящихъ въ составъ земной коры, и о тѣхъ причинахъ, которыя вызываютъ землетрясенія.

Вторая глава посвящена описанію различныхъ явленій, вызываемыхъ землетрясеніями. Сюда между прочимъ относятся различные виды колебаній почвы, вертикальныя и горизонтальныя смѣщенія, вращательныя движенія, звуковыя явленія и пр. Различныя разрушительныя дѣйствія землетрясеній иллюстрированы нѣкоторыми весьма интересными и поучительными примѣрами.

Третья глава трактуетъ о распространеніи землетрясеній, въ смыслѣ

изученія географическаго распространенія отдѣльных землетрясеній на большую или меньшую область (*seismic surveys*). Сюда относятся вопросы объ оцѣнкѣ силы землетрясеній по условной шкалѣ, вычерчиваніе изосействъ, опредѣленія эпицентра землетрясеній, вѣроятной глубины очага и проч. Knott указываетъ при этомъ на полную недостаточность опредѣленія силы землетрясеній по субъективнымъ впечатлѣніямъ, руководствуясь эмпирической, условной шкалой, и на необходимость установить чисто динамическій методъ сравненія; при этомъ онъ описываетъ вкратцѣ интересные опыты, предпринятые Milne'омъ и Omori въ этомъ направленіи. Говоря о Herdlinien Harboe, авторъ справедливымъ образомъ предостерегаетъ отъ увлеченія представлять себѣ эпицентръ землетрясенія какъ опредѣленный центръ, изъ котораго исходятъ данныя сотрясенія. Подъ эпицентромъ надо подразумѣвать иногда опредѣленные линіи (Harboe) или даже цѣлыя области, на чемъ такъ настаиваетъ въ своемъ новомъ сочиненіи «*La science séismologique. Les tremblements de terre*» Montessus de Ballore.

Четвертая глава посвящена инструментальной сейсмологіи.

Въ этой главѣ приводится историческое описаніе послѣдовательнаго усовершенствованія сейсмографовъ въ Японіи и Италіи, а также описаніе различныхъ другихъ типовъ сейсмографовъ, какъ то вертикальные и горизонтальные маятники, обращенный маятникъ Forbes'a, двойной маятникъ Ewing'a, маятники Omori и Milne'a, вертикальные сейсмографы, вертикальный маятникъ Wiechert'a.

Къ сожалѣнію этотъ отдѣлъ страдаетъ большими пробѣлами и описаніе нѣкоторыхъ приборовъ отличается иногда такою краткостью, что читатель, лично не знакомый съ даннымъ приборомъ, съ трудомъ можетъ составить себѣ, читая книгу Knott'a, ясное представленіе о данномъ инструментѣ. Нѣкоторые важные инструменты, получившіе въ послѣднее время довольно широкое распространеніе, совсѣмъ даже не описаны. Къ нимъ относятся астатическій маятникъ Wiechert'a, установленный на весьма многихъ станціяхъ въ Германіи и виѣ ея предѣловъ, легкій маятникъ типа Rebeur-Paschwitz'a, маятникъ Zöllner'a на двухъ нитяхъ и вертикальный сейсмографъ Wiechert'a.

Пятая глава посвящена вопросамъ сейсмометріи.

Авторъ начинаетъ эту главу съ разсмотрѣнія динамической теоріи горизонтальнаго маятника. Этотъ вопросъ представляетъ первостепенную важность для правильнаго истолкованія результатовъ сейсмическихъ наблюденій. Къ сожалѣнію, однако, авторъ избѣгаетъ математическаго метода изложенія, а потому отдѣлъ этотъ выходитъ у него нѣсколько скомканнымъ и для обыкновеннаго читателя можетъ быть недостаточно понятнымъ.

Если бы уравненія движенія маятника были бы предварительно разобраны, то вся эта глава значительно выиграла бы въ ясности и наглядности. Я бы не рѣшился бросить этотъ упрекъ автору, если бы онъ задался цѣлью совершенно игнорировать въ изложеніи предмета высшій анализъ, въ предположеніи, что читатель съ этимъ анализомъ не знакомъ. Однако, въ той же главѣ, мы встрѣчаемся съ дифференціальнымъ уравненіемъ движенія маятника, но настоящаго разбора движенія маятника нѣтъ. Въ этомъ я усматриваю нѣкоторую непоследовательность въ изложеніи.

Проф. Knott трактуетъ тѣмъ не менѣе весь этотъ отдѣлъ совершенно правильно и зрѣло. Онъ указываетъ на полную невозможность отдѣлить съ горизонтальнымъ маятникомъ смѣщенія отъ наклоновъ и усиленно напираетъ на значеніе затуханія прибора для исключенія вліянія собственнаго его движенія, въ подтвержденіе каковой мысли онъ приводитъ цѣлый рядъ діаграммъ. Маятники со слабымъ затуханіемъ чрезвычайно подвержены явленію резонанса, а потому по амплитудѣ записи такихъ приборовъ никоимъ образомъ нельзя еще судить объ интенсивности колебаній почвы, вызвавшихъ движеніе маятниковъ.

Далѣе авторъ указываетъ на существенную разницу между статической и динамической чувствительностью маятника и на вліяніе на послѣднюю величины періода колебанія почвы. Эта мысль наглядно иллюстрируется небольшою таблицей, приведенной на стр. 79. Авторъ доказываетъ даже полную ошибочность заключенія, что якобы отсутствіе наклоновъ при дальнихъ землетрясеніяхъ вытекаетъ изъ того факта, что два маятника съ разной *статической* чувствительностью не даютъ амплитуды размаховъ, пропорціональныя этой чувствительности.

По отношенію къ механическому способу регистраціи при пользованіи увеличительнымъ приборомъ, авторъ совершенно справедливо указываетъ на возможное вліяніе этой новой связи маятника съ землей. Этимъ вліяніемъ обыкновенно пренебрегаютъ, но не подлежитъ сомнѣнію, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ оно можетъ сильно отразиться на движеніи маятника и сдѣлать правильное чтеніе сейсмограммъ еще болѣе затруднительнымъ.

Мысли и взгляды, изложенные въ этой главѣ, вытекаютъ непосредственно изъ приложенія основныхъ принциповъ динамики къ движенію горизонтальнаго маятника. Эти мысли изложены проф. Knott'омъ очень ясно и убѣдительно, но, какъ я уже сказалъ, безъ достаточной, по моему мнѣнію, математической формулировки. Къ сожалѣнію эти взгляды далеко еще не усвоены большинствомъ сейсмологовъ и въ этомъ отношеніи господствуетъ еще и по сейчасъ большая путаница понятій, и наблюденія на многихъ сейсмическихъ станціяхъ ведутся далеко еще не цѣлесообразно и не въ согласіи съ принципами раціональной механики.

Въ слѣдующей, шестой главѣ разсмотрѣнъ вопросъ о распредѣленіи сейсмическихъ областей по поверхности земли. Авторъ при этомъ останавливается на вопросѣ, какими признаками слѣдуетъ руководствоваться, относя ту или иную область къ разряду сейсмическихъ. Авторъ указываетъ на изслѣдованія Montessus de Ballore въ этомъ направленіи и на различные каталоги и карты землетрясеній. Подобающее мѣсто отведено землетрясеніямъ, встрѣчающимся въ морѣ, тщательный анализъ которыхъ былъ въ свое время произведенъ проф. Rudolph'омъ.

Седьмая и восьмая главы отведены вопросу о повторяемости землетрясеній (periodicities). Этотъ вопросъ разобранъ гораздо подробнѣе всѣхъ другихъ отдѣловъ книги, вѣроятно потому, что самъ авторъ много поработалъ въ этомъ направленіи.

Авторъ разсматриваетъ во-первыхъ возможные причины, могущія вліять на повторяемость землетрясеній и усматриваетъ таковыя въ перемѣнныхъ натяженіяхъ, вызываемыхъ движеніемъ солнца и луны. Различные метеорологическіе факторы въ свою очередь могутъ также оказывать нѣкоторое вліяніе на возникновеніе землетрясеній.

Далѣе начинается довольно утомительная группировка землетрясеній по различнымъ періодамъ, какъ на примѣръ по мѣсяцамъ и годамъ, по аномалистическому, тропическому, драконическому и синодическому оборотамъ луны, по часамъ дня и т. п.

Эти данныя обработаны затѣмъ авторомъ, иногда по методу среднихъ величинъ (overlapping means), иногда по методу гармоническаго анализа Fourier. Все это потребовало отъ автора и отъ другихъ лицъ, которыя занимались этимъ вопросомъ, очень много кропотливой работы и труда, но общее впечатлѣніе, которое получаешь отъ чтенія этихъ двухъ главъ книги, довольно неутѣшительное. Повидимому статистика землетрясеній въ настоящее время далеко еще недостаточно полна, чтобы возможно было уже теперь прійти къ положительнымъ и неоспоримымъ заключеніямъ о различной повторяемости землетрясеній, что отчасти признается и самимъ авторомъ. Такое подробное изложеніе этого отдѣла представляется мнѣ не въ соотвѣтствіи съ общимъ планомъ сочиненія, цѣль котораго дать общій обзоръ сейсмическихъ явленій. Такое подробное изложеніе одного спеціальнаго и къ тому же далеко еще не разработаннаго отдѣла нарушаетъ единство плана всего сочиненія и лишаетъ его желаемой однородности.

Девятая глава посвящена вопросамъ упругости. Въ ней приводятся основныя понятія теоріи упругости, а также численныя значенія постоянныхъ различныхъ горныхъ породъ. Числа эти заимствованы изъ изслѣдованій Nagaoka, Kusakabe, Adams'a и Coker'a. Этотъ отдѣлъ представляетъ несомнѣнно особый интересъ. Къ сожалѣнію онъ изложенъ въ

высшей степени сжато, такъ что лица, не хорошо знакомыя съ теоріей упругости, съ трудомъ будутъ въ состояніи разобраться въ этихъ вопросахъ. Если бы авторъ такъ тщательно не избѣгалъ всякихъ математическихъ выкладокъ, отдѣлъ этотъ могъ бы выиграть очень многое въ ясности и убѣдительности.

Десятая глава трактуетъ о распространеніи упругихъ колебаній, въ примѣненіи къ вопросу о распространеніи сейсмическихъ волнъ. Эта глава представляетъ выдающійся интересъ; въ ней рассмотрѣно много интересныхъ частныхъ случаевъ, имѣющихъ громадное значеніе для уясненія себѣ различныхъ деталей въ распространеніи сейсмической энергіи. Авторъ рассматриваетъ два типа сейсмическихъ волнъ, а именно волны сжатія и волны сдвига, соотвѣтствующія продольнымъ и поперечнымъ колебаніямъ частицъ. При встрѣчѣ съ поверхностью, разграничивающей двѣ среды съ неодинаковой плотностью, волны эти испытываютъ частичное отраженіе и преломленіе; при этомъ авторомъ подробно рассмотрѣнъ случай, когда сейсмическая волна, выступая изъ нѣдръ земли, встрѣчаетъ на дальнѣйшемъ своемъ пути воду. Различные случаи, которые могутъ при этомъ встрѣтиться, очень нагляднымъ образомъ иллюстрированы небольшими чертежами, помѣщенными на стр. 182. Къ сожалѣнію и этотъ отдѣлъ изложенъ въ высшей степени сжато и большинство важныхъ результатовъ приводятся авторомъ совершенно бездоказательно, между тѣмъ нѣкоторые вопросы, какъ напр. о распредѣленіи сейсмической энергіи между волнами обоихъ типовъ, несомнѣнно заслуживали бы болѣе подробнаго анализа.

Одинадцатая глава трактуетъ о тѣхъ колебаніяхъ почвы, которыя по своей малости недоступны непосредственному ощущенію. (Unfelt shakings of earth).

Къ этимъ послѣднимъ относятся колебанія, вызываемыя отдаленными землетрясеніями, и разнаго рода микросейсмическія колебанія. Изученіе тѣхъ и другихъ зиждится на примѣненіи чувствительныхъ сейсмографовъ. Авторъ сначала останавливается на микросейсмическихъ колебаніяхъ и на классическихъ изслѣдованіяхъ Rebeur-Paschwitz'a надъ измѣненіемъ положенія вертикальной линіи.

Далѣе онъ переходитъ къ обзорѣ обыкновенныхъ типовъ сейсмограммъ отъ дальнихъ землетрясеній и рассматриваетъ довольно подробно особенности различныхъ фазъ, встрѣчающихся на такихъ сейсмограммахъ.

Двѣнадцатая глава посвящена сейсмическимъ лучамъ. Этотъ отдѣлъ подробно и обстоятельно изложенъ. Въ этой главѣ рассмотрѣны: зависимость между періодомъ и амплитудой колебаній, равно какъ затуханіе колебаній съ разстояніемъ, на основаніи разбора данныхъ для большого землетрясенія въ Канга въ 1905 году.

Далѣ авторъ подробно останавливается на вопросѣ о законахъ распространенія колебаній первой и второй предварительной фазы, а также и длинныхъ волнъ. Авторъ является рѣшительнымъ сторонникомъ взгляда, что колебанія первой и второй предварительной фазы распространяются отъ очага землетрясенія сквозь толщу земной коры по брахистохроннымъ путямъ, тогда какъ длинныя сейсмическія волны главной фазы идутъ вдоль поверхности земли. Кладя въ основаніе различныя гипотезы объ измѣненіи скорости распространенія волнъ съ глубиной, авторъ вычислилъ уравненія сейсмическихъ лучей и представилъ результаты своихъ вычисленій графически. Этотъ графикъ очень интересенъ и поучителенъ.

Въ той же главѣ разсмотрѣны различныя приемы опредѣленія вѣроятнаго разстоянія до эпицентра по разности временъ наступленія обѣихъ предварительныхъ фазъ, но къ сожалѣнію не упомянуты *Laufzeitcurven Wiechert'a*.

Вопросъ объ углѣ выступленія сейсмической радіаціи также разсмотрѣнъ авторомъ. Законъ измѣненія величины этого угла съ разстояніемъ отъ эпицентра служитъ хорошимъ подтвержденіемъ взгляда, что колебанія предварительныхъ фазъ дѣйствительно распространяются сквозь толщу земли. Глава эта содержитъ ссылки на важныя изслѣдованія Nagaoka (аномальная дисперсія), а также Lamb, Jeans, Rayleigh и Love'a (колебанія упругой сферы и устойчивость фигуры земли).

Тринадцатая и послѣдняя глава посвящена разнымъ специальнымъ вопросамъ, какъ то: о постройкѣ зданій, наилучшимъ образомъ сопротивляющихся разрушительному дѣйствію землетрясеній; о примѣненіи сейсмографовъ къ изученію колебаній мостовъ; о возможной зависимости между повторяемостью землетрясеній и движеніемъ полюса земли, а также и явленіями земного магнетизма и т. п. Въ заключеніе приводятся различныя взгляды о внутреннемъ строеніи земли.

Изъ всего вышесказаннаго явствуетъ, что книга проф. Knott'a содержитъ въ себѣ массу интересныхъ свѣдѣній и, если и замѣчаются въ ней нѣкоторыя пробѣлы, то авторъ вѣроятно и не задавался цѣлью исчерпывающе охватить предметъ. Самое изложеніе предмета отличается точностью и опредѣленностью, причемъ различныя чертежи, рисунки и таблицы очень облегчаютъ пониманіе трактуемаго вопроса. Не подлежитъ никакому сомнѣнію, что появленіе въ довольно бѣдной сейсмологической литературѣ такого сочиненія, какъ трудъ проф. Knott'a «*The physics of earthquake phenomena*» можно только искренно привѣтствовать.

Кн. Голицынъ.

Протоколъ засѣданія 30-го января 1909 года.

Подъ предѣдательствомъ М. А. Рыкачева присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссии: А. В. Вознесенскій, А. П. Герасимовъ, С. В. Гласекъ, князь Б. Б. Голицынъ, А. А. Иностранцевъ, Г. В. Левицкій, А. Я. Орловъ, И. И. Померанцевъ, Ю. М. Шокальскій, Э. В. Штеллингъ и приглашенные на засѣданіе гости: И. И. Вилиппъ, А. П. Гульяевъ, І. А. Керсновскій и П. М. Никифоровъ.

§ 13.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 2-го января 1909 года.

§ 14.

Доложено отношеніе Министерства Народнаго Просвѣщенія отъ 20-го января с. г. за № 1298 на имя Августѣйшаго Президента Императорской Академіи Наукъ о томъ, что Государь Императоръ Высочайше соизволилъ на утвержденіе астронома-наблюдателя Императорскаго Юрьевскаго Университета А. Я. Орлова представителемъ сего университета въ Постоянной Центральной Сейсмической Комиссии.

М. А. Рыкачевъ привѣтствовалъ присутствующаго на засѣданіи новаго члена Комиссии А. Я. Орлова, принимавшаго уже неоднократно выдающееся участіе въ трудахъ Сейсмической Комиссии.

§ 15.

Г. В. Левицкій доложилъ о трудѣ Э. Розенталя подъ заглавіемъ „Bestimmung des Epizentrums des Nordpazifischen Bebens vom 17. August 1906“.

Постановлено напечатать статью Э. Розенталя въ Извѣстіяхъ Комиссии.

§ 16.

Князь Б. Б. Голицынъ сдѣлалъ сообщеніе о землетрясеніи 10/23 января 1909 года, относительно котораго пока не получено непосредственныхъ извѣстій изъ эпицентральной области.

Сопоставивъ полученные по телеграфу данныя о моментахъ наступленія первой и второй предварительныхъ фазъ возмущенія въ Иркутскѣ и Тифлисѣ съ записями сейсмографовъ Пулковской станціи князь Б. Б. Голицынъ, по разности моментовъ наступленія обѣихъ фазъ и на основаніи *Laufzeitcurven* Wiecherta, опредѣлилъ приближенное разстояніе эпицентра отъ всѣхъ трехъ станцій; комбинируя данныя для этихъ станцій онъ вычислилъ вѣроятныя географическія координаты эпицентра:

$$\varphi = 36^{\circ} N$$

$$\lambda = 56^{\circ} E \text{ отъ Гринвича.}$$

Эта точка находится въ Персіи къ сѣверо-востоку отъ пустыни Дешть-и-Кевиръ въ почти необитаемой мѣстности; этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ, по мнѣнію докладчика, вѣроятно и объясняется полное отсутствіе какихъ-либо непосредственныхъ извѣстій о мѣстѣ нахожденія этого землетрясенія, несмотря на то, что въ эпицентральной области оно было вѣроятно очень сильно.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что на будущее время онъ предполагаетъ обмѣниваться съ Иркутскою и Тифлисскою Обсерваторіями телеграммами о моментахъ наступленія первой и второй предварительныхъ фазъ всѣхъ значительныхъ сейсмическихъ возмущеній, съ цѣлью опредѣленія приближенныхъ координатъ эпицентровъ землетрясеній. Сообщение князя Б. Б. Голицына будетъ напечатано въ январьской книжкѣ ¹⁾ Извѣстій Императорской Академіи Наукъ.

§ 17.

Князь Б. Б. Голицынъ доложилъ, что на сейсмической станціи въ Пулковѣ 14-го января маятники юстированы такимъ образомъ, что одинъ маятникъ находится въ направленіи меридіана, между тѣмъ какъ другой теперь ориентированъ по первому вертикалу.

Тяжелые маятники съ механическою регистраціею будутъ оставлены на станціи въ качествѣ сейсмоскоповъ, по записямъ которыхъ удобно будетъ слѣдить за появленіемъ сильныхъ возмущеній.

Б. Б. Голицынъ высказалъ надежду, что въ скоромъ времени ему

¹⁾ Въ книжкѣ № 4 Извѣстій Императорской Академіи Наукъ, 1 марта 1909 года, напечатано дополнительное сообщеніе князя Б. Б. Голицына о землетрясеніи 10/23 января 1909 года, въ которомъ сообщены истинныя географическія координаты эпицентральной области землетрясенія.

удастся установить въ Пулковѣ новый сейсмографъ для регистраціи вертикальной составляющей движеній почвы.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 18.

Князь В. Б. Голицынъ демонстрировалъ новый регистрируемый приборъ, изготовленный механикомъ Тепферомъ по заказу его. Несмотря на довольно сложную конструкцію прибора и весьма тщательную выдѣлку отдѣльных частей его, регистрируемый аппаратъ Тепфера дѣйствуетъ не точнѣе болѣе дешеваго прибора, изготовленнаго механикомъ Физическаго Кабинета Г. Мазингомъ по указаніямъ академика кн. В. Б. Голицына.

А. Я. Орловъ указалъ на отличныя качества весьма дешеваго регистрируемаго прибора Боша, находящагося на сейсмической станціи въ Юрьевѣ.

§ 19.

А. В. Вознесенскій сообщилъ, что, по соглашенію съ Управленіемъ Кругобайкальскаго участка желѣзной дороги, на станціи Маритуй имъ установленъ небольшой сейсмографъ Вихерта, который уже далъ нѣкоторыя интересныя записи. При обработкѣ сейсмограммъ этого прибора оказалось однако, что онъ не годится для регистраціи мѣстныхъ землетрясеній; было бы весьма желательно установить на ст. Маритуй сейсмографъ иной системы, болѣе приспособленный для регистраціи довольно частыхъ и сильныхъ мѣстныхъ землетрясеній. Кромѣ того, А. В. Вознесенскій проситъ ассигновать въ распоряженіе Иркутской Обсерваторіи ежегодно около 200 рублей на обработку записей сейсмографа на станціи Маритуй.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ, что Управление Желѣзныхъ Дорогъ обратилось въ Главную Физическую Обсерваторію по вопросу объ устройствѣ сейсмической станціи въ Маритуй и высказало свою готовность ассигновать средства на изслѣдованіе землетрясеній на Кругобайкальскомъ участкѣ Сибирской желѣзной дороги.

Комиссія просила М. А. Рыкачева ходатайствовать предъ Управленіемъ Желѣзныхъ Дорогъ объ отпускѣ средствъ на приобрѣтеніе сейсмографа для станціи Маритуй и на обработку сейсмограммъ.

§ 20.

А. В. Вознесенскій, отъ имени завѣдывающаго сейсмическою станціею въ Красноярскѣ г. Ауэрбаха, ходатайствуетъ о разрѣшеніи на перенесеніе станціи изъ настоящаго помѣщенія, находящагося въ подвалѣ частнаго дома, въ Золотосплавочную Лабораторію, при чемъ на установку маятниковъ въ послѣдней потребуются нѣкоторыя, впрочемъ небольшія средства.

При этомъ А. В. Вознесенскій указалъ на неудовлетворительное состояніе приборовъ на Сибирскихъ второклассныхъ сейсмическихъ

станціяхъ и просилъ Комиссію ассигновать средства на необходимый ремонтъ ихъ.

Секретарь Э. В. Штеллингъ напомнилъ, что Комиссія уже давно сознаетъ ненормальность положенія всѣхъ второклассныхъ сейсмическихъ станцій; уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ Комиссія постановила, при первой возможности замѣнить плохіе регистрирные аппараты и контактные часы на этихъ станціяхъ таковыми лучшаго качества, но этого постановленія пока не удалось осуществить вслѣдствіе недостатка средствъ. Лишь недавно Комиссія могла снабдить три второклассныя сейсмическія станціи новыми хорошими контактными часами; въ скоромъ времени Комиссія получитъ отъ завода Strasser Rohde еще 4 экземпляра такихъ же часовъ. Что же касается снабженія станцій хорошими регистрирными приборами, то пока только станція въ Читѣ приведена въ порядокъ; кромѣ того нѣкоторые регистрирные приборы заказаны Г. В. Левицкимъ; но приобрѣтеніе регистрирныхъ приборовъ для большинства второклассныхъ сейсмическихъ станцій, къ сожалѣнію, придется отложить до увеличенія кредита Комиссіи.

Постановлено разрѣшить перенесеніе сейсмической станціи въ Красноярскѣ въ Золотосплавочную Лабораторію и отпустить 100 рублей на расходы по установкѣ сейсмографа въ новомъ мѣстѣ.

§ 21.

Г. В. Левицкій заявилъ, что одинъ изъ заказанныхъ у механика Шульце регистрирныхъ аппаратовъ теперь готовъ, а другіе экземпляры пока находятся еще въ работѣ; вслѣдствіе сего онъ просилъ Комиссію ассигновать около 600 рублей на уплату за заказанные аппараты послѣ пріемки и надлежащаго испытанія ихъ.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ, что отъ кредита Комиссіи за 1908 годъ имѣется остатокъ въ 553 руб. 49 коп., который могъ бы быть обращенъ на уплату за регистрирные аппараты.

Постановлено выдать Г. В. Левицкому подъ отчетъ 553 руб. 49 коп. для разсчета съ механикомъ Шульце за изготовленные аппараты.

§ 22.

Я. П. Гулытьевъ обратилъ вниманіе Комиссіи на не вполне удовлетворительное состояніе приборовъ сейсмической станціи при Ташкентской Обсерваторіи.

Легкіе маятники сейсмографа Цельнера-Репсольда не снабжены затуханіемъ и фотографическая бумага у этого прибора имѣетъ столь тихое движеніе, что этимъ сильно затрудняется точное опредѣленіе моментовъ главныхъ фазъ при сейсмическихъ возмущеніяхъ.

Тяжелые маятники Боша также не снабжены затуханіемъ; хотя бумага при этомъ приборѣ двигается съ достаточною скоростью, но регистрирный аппаратъ и контактные часы не дѣйствуютъ достаточно правильно.

Я. П. Гулятьевъ присовокупилъ, что Ташкентская Обсерваторія имѣетъ въ своемъ распоряженіи небольшой остатокъ отъ кредита прошлаго года, который на основаніи соотвѣствующихъ указаній Комиссіи могъ бы быть обращенъ на улучшеніе приборовъ.

При обсужденіи этого вопроса выяснилось, что на счетъ имѣющихся средствъ маятники могли бы быть снабжены магнитнымъ затуханіемъ, относительно наилучшаго устройства котораго князь Б. Б. Голицынъ общалъ дать необходимыя указанія. Что же касается приобрѣтенія новыхъ регистрирныхъ аппаратовъ, то это врядъ ли удастся исполнить до ассигнованія спеціальнаго кредита на реорганизацію Сейсмическихъ станцій.

§ 23.

А. П. Герасимовъ отъ имени вдовы покойнаго профессора Мухометова передалъ Комиссіи планы строеній спеціальной конструкціи, одобренной Французскимъ Министерствомъ Общественныхъ работъ для постройки зданій въ колоніяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ.

Къ планамъ приложены пояснительныя записки, въ которыхъ сообщены свѣдѣнія о правилахъ и обязательныхъ постановленіяхъ, принятыхъ въ французскихъ и нѣкоторыхъ англійскихъ колоніяхъ относительно постройки общественныхъ и казенныхъ зданій.

Постановлено выразить Ек. Павл. Мухометовой благодарность Комиссіи за принесенный ею даръ.

§ 24.

Доложено сообщеніе Тифлисской Физической Обсерваторіи объ открытіи дѣйствія сейсмической станціи въ Зурнабатъ съ 10-го декабря 1908 года.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 25.

Доложено о полученіи слѣдующихъ сейсмическихъ наблюденій и свѣдѣній о землетрясеніяхъ:

- а) отъ Иркутской Обсерваторіи—списка сейсмическихъ наблюденій Иркутской Обсерваторіи и подвѣдомственныхъ ей станцій съ 1-го октября 1907 г. по 30-ое сентября 1908 г. и свѣдѣній о землетрясеніяхъ, ощущавшихся въ Восточной Сибири въ 1907 году;
- б) отъ Екатеринбургской Обсерваторіи — списка сейсмическихъ возмущеній, отмѣченныхъ въ Екатеринбургѣ за второе полугодіе 1908 года и свѣдѣній о землетрясеніяхъ въ 1908 году;
- в) отъ Тифлисской Обсерваторіи — списка сейсмическихъ возмущеній, отмѣченныхъ въ Тифлисѣ и на Кавказскихъ станціяхъ въ теченіе августа и сентября 1908 года.

Протоколъ засѣданія 27-го февраля 1909 г.

Подъ предѣдательствомъ М. А. Рыкачева присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссіи: В. Н. Веберъ, князь В. Б. Голицынъ, А. П. Карпинскій, И. И. Померанцевъ, Ю. М. Шокальскій, Э. В. Штеллингъ и приглашенные на засѣданіе гости: И. И. Вилипъ, І. А. Керсновскій, К. К. Матвѣевъ, П. М. Никифоровъ, А. Н. Николаевъ и П. А. Павловъ.

§ 26.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 30-го января 1909 года.

§ 27.

П. М. Никифоровъ сдѣлалъ докладъ о трудахъ Вихерта по вопросу о примѣненіи сейсмическихъ наблюденій къ изслѣдованію внутренняго строенія земли; главнымъ основаніемъ доклада послужила статья E. Wiechert'a ¹⁾ „Die Erdbebenforschung, ihre Hilfsmittel und ihre Resultate für die Geophysik“.

Извлеченіе изъ доклада напечатано въ приложеніи къ протоколу.

§ 28.

П. М. Никифоровъ прочелъ рефератъ о статьѣ E. Tams'a „Ueber die Verbreitung einiger im Jahre 1903 beobachteten Epicentra und ihre geophysikalische Bedeutung“. Въ связи съ рефератомъ докладчикъ показалъ діапозитивъ карты Мильна, представляющей картину распредѣленія областей съ наиболѣе энергичной сейсмической дѣятельностью.

Извлеченіе изъ реферата напечатано въ приложеніи къ протоколу.

¹⁾ Physikalische Zeitschrift 9. Jahrgang, 1908, № 1.

§ 29.

Показаны діапозитивы собранной княземъ Б. Б. Голицынымъ коллекціи видовъ разрушенныхъ зданій и улицъ въ Мессинѣ, послѣ известнаго Сициліанскаго землетрясенія 15/28 декабря 1908 года.

§ 30.

Доложена просьба старшаго наблюдателя Тифлисской Физической Обсерваторіи Э. Г. Розенталя командировать его въ Пермь на конференцію Постоянной Комиссіи Международной Сейсмологической Ассоціаціи, предсѣдателемъ которой г. Розенталь приглашенъ на конференцію въ качествѣ члена особой подкомиссіи для критической оцѣнки качествъ сейсмографовъ, выставленныхъ въ Гаагѣ на международный конкурсъ.

Постановлено возбудить ходатайство о командированіи Э. Г. Розенталя за границу на одинъ мѣсяцъ, если къ тому не встрѣтятся препятствій со стороны директора Тифлисской Обсерваторіи; въ виду того, что Комиссія не имѣетъ въ своемъ распоряженіи никакихъ средствъ на расходы по командировкамъ, необходимо ходатайствовать объ отпускѣ соотвѣтственной суммы на путевые расходы изъ кредита Министерства Народнаго Просвѣщенія.

§ 31.

Доложено, что по просьбѣ князя Б. Б. Голицына архитекторъ Полѣщукъ составилъ планы и смѣты на постройку полуподвальныхъ помѣщеній для проектированныхъ первоклассныхъ сейсмическихъ станцій въ Екатеринбургѣ и Владивостокѣ; стоимость всѣхъ необходимыхъ построекъ, исчисленная теперь на основаніи мѣстныхъ справочныхъ цѣнъ, составляетъ 20892 р. 75 коп. и превышаетъ на 4892 р. 75 коп. сумму, опредѣленную по предварительной приблизительной оцѣнкѣ.

Постановлено представить составленные архитекторомъ А. А. Полѣщукомъ смѣты на провѣрку и утвержденіе и возбудить ходатайство объ отпускѣ единовременнаго кредита на постройку зданій для сейсмическихъ станцій въ Екатеринбургѣ и Владивостокѣ въ размѣрѣ дѣйствительной стоимости ихъ.

§ 32.

Доложено, что архитекторъ А. А. Полѣщукъ выразилъ желаніе ознакомиться съ принадлежащими сейсмической Комиссіи планами зданій специальной конструкціи, рекомендованной Французскимъ Министерствомъ Общественныхъ работъ для постройки казенныхъ и общественныхъ зданій въ колоніальныхъ владѣніяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ.

Постановлено передать А. А. Полѣщуку на время планы и пояснительныя записки къ нимъ, полученныя Сейсмическою Комиссiею отъ Ек. Павл. Мухометовой, и просить его сообщить Комиссiи свой отзывъ о нихъ.

§ 33.

Доложено, что въ Физическiй Кабинетъ Академiи передана для проверки серiя контактныхъ часовъ, изготовленныхъ заводомъ Strasser & Rohde по заказу Г. В. Левицкаго и предназначенныхъ для второклассныхъ сейсмическихъ станцiй.

Принято къ свѣдѣнiю.

§ 34.

Доложено, что въ распоряженiе князя Б. Б. Голицына передана пара тяжелыхъ горизонтальныхъ маятниковъ Цѣллнера съ принадлежностями. Эти маятники были предназначены для проектированной сейсмической станцiи въ Петропавловскѣ, но были оставлены въ С.-Петербургѣ вслѣдствiе измѣнившихся обстоятельствъ, по которымъ устройство намѣченной станцiи въ Камчаткѣ не могло состояться.

Принято къ свѣдѣнiю.

§ 35.

Доложена просьба состоящаго при Бельгiйской Астрономической Обсерваторiи въ Уклѣ Комитета для составленiя списка магнитныхъ и сейсмическихъ обсерваторiй о сообщенiи ему свѣдѣнiй относительно личнаго состава, задачъ, собранiй и изданiй Сейсмической Комиссiи, а также относительно организацiи сейсмическихъ станцiй въ Россiи.

Поручено секретарю Э. В. Штеллингу сообщить названному Комитету просимыя свѣдѣнiя.

§ 36.

Доложено о выходѣ 1-го выпуска III тома „Извѣстiй“ Сейсмической Комиссiи.

§ 37.

Доложены телеграммы Приамурскаго Генералъ-Губернатора Унтербергера и Губернатора Сахалина Валуева съ сообщенiями о землетрясенiяхъ, ощущавшихся въ нѣкоторыхъ мѣстахъ острова Сахалина съ 9-го по 20-ое января 1909 года.

9-го января въ 7 ч. 40 м. вечера въ селенiяхъ Александровскомъ, Рыковскомъ и на Оморѣ ощущалось землетрясенiе, которое на Оморѣ съ промежутками продолжалось до 21 января; ночью съ 10—11 наблюдались: съ 2 ч. 30 м. три слабые удара, съ 3 ч. 50 м. до 4 ч. 20 м. удары очень

сильные, при которыхъ зданія значительно колебались; сильные удары сопровождались подземнымъ гуломъ, стѣны зданій издали трескъ; печи, трубы повреждены. 20-го января въ 7 ч. 15 м. начались непрерывные толчки значительной силы снизу вверхъ, населеніе взволновано.

Генераль-Губернатору и Губернатору посланы открытыя письма и пояснительныя записки для сообщенія свѣдѣній о землетрясеніяхъ съ просьбою о раздачѣ ихъ интеллигентнымъ жителямъ Сахалина, отъ которыхъ можно ожидать сообщенія обстоятельныхъ свѣдѣній.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 38.

Доложено о полученіи слѣдующихъ сейсмическихъ наблюденій:

- а) отъ Иркутской Обсерваторіи — списка сейсмическихъ возмущеній по наблюденіямъ Иркутской Обсерваторіи и подвѣдомственныхъ ей станцій съ іюня по сентябрь 1907 г. (этотъ списокъ по недоразумѣнію своевременно не былъ высланъ);
 - б) отъ Екатеринбургской Обсерваторіи — списка возмущеній, отмѣченныхъ сейсмографомъ въ Екатеринбургѣ въ теченіе января 1909 г.
- Принято къ свѣдѣнію.
-

Приложение къ § 27 протокола засѣданія Сейсмической Комиссіи
27-го февраля 1909 года.

Извлеченіе изъ доклада П. М. Никифорова о статьѣ
E. Wiechert'a „Die Erdbebenforschung, ihre Hilfs-
mittel und ihre Resultate für die Geophysik“. (Physi-
kalische Zeitschrift 9. Jahrgang № 1; p. 36—47).

Изученіе поперечныхъ колебаній главной фазы привело Вихерта къ заключенію, что на глубинѣ около 36 км. залегаетъ слой магмы, отдѣ-
ляющій сравнительно тонкую минеральную оболочку отъ внутреннихъ массъ
земного шара.

Относительно волнъ обѣихъ предварительныхъ фазъ установлено, что
онѣ распространяются внутри земного шара и притомъ по криволинейнымъ
траекторіямъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ приходится заключить, что вещество внутри земного
шара находится въ твердомъ состояніи, такъ какъ поперечныя колебанія
2-й предварительной фазы передаются даже самыми внутренними частями
нашей планеты.

Скорость распространенія предварительныхъ волнъ обѣихъ типовъ
непрерывно возрастаетъ по мѣрѣ приближенія къ центру земли и дости-
гаетъ maximum'a на глубинѣ 1500 км., послѣ чего остается постоянной.

Скорость волнъ *P* земн. поверхности $8 \frac{\text{км.}}{\text{сек.}}$, на глуб. 1500 км. $13 \frac{\text{км.}}{\text{сек.}}$.

» » *S* » » $4 \frac{\text{км.}}{\text{сек.}}$, » » 1500 » $8 \frac{\text{км.}}{\text{сек.}}$.

Позднѣйшія наблюденія заставляютъ однако предполагать, что на
очень большихъ глубинахъ скорости нѣсколько убываютъ.

По скоростямъ распространенія продольныхъ и поперечныхъ коле-
баній можно вычислить всѣ константы упругости данной среды.

Эти вычисления показали, что уменьшение объема внутренних слоев земли, вызванное давлением вышележащих масс, было слишком мало, чтобы имъ объяснять тѣ большія плотности, которыя слѣдуетъ ожидать внутри земного шара ($d = 8$). Остается принять, что внутреннее ядро составлено изъ совершенно другихъ веществъ, съ большей плотностью, чѣмъ наружная кора; а именно изъ какого-нибудь металла, вѣроятно всего изъ желѣза ($d = 8$).

Верхняя граница этого металлическаго ядра лежитъ на глубинѣ 1500 км., т. е. въ томъ именно мѣстѣ, гдѣ ускореніе упругихъ волнъ внезапно обращается въ нуль.

Такимъ образомъ изученіе поперечныхъ волнъ главной фазы наводитъ на мысль, что на глубинѣ 30—40 км. залегаетъ слой магмы; изученіе же волнъ обѣихъ предварительныхъ фазъ указываетъ, что земной шаръ состоитъ изъ минеральной оболочки и изъ внутренняго металлическаго ядра, въ которомъ главной составной частью является желѣзо.

*Приложение къ § 28 протокола засѣданія Сейсмической Комиссiи
27-го февраля 1909 года.*

Извлеченіе изъ реферата П. М. Никифорова о трудѣ
Е. Tams'a „Ueber die geographische Verbreitung
einiger im Jahre 1903 beobachteten Epicentra und
ihre geophysikalische Bedeutung“. Inaugural Dis-
sertation.

Изъ сочиненія Тамса съ совершенной ясностью выступаетъ, что
главными и почти единственными аккумуляторами сейсмической энергiи
являются:

- 1) средиземная синклинальная складка,
- 2) крылья тихоокеанской синклинали.

Восточная Европа, Сѣверная Азія и Сѣверная Америка, Бразилія,
Африка и Австралія, какъ страны не принадлежащія къ двумъ названнымъ
синклиналямъ, почти совершенно свободны отъ землетрясеній.

Вмѣстѣ съ тѣмъ становится очевидной тѣсная причинная связь между
сейсмической дѣятельностью съ одной стороны и тектонической структурой
данной мѣстности, всей пережитой ею геологической судьбой — съ другой
стороны.

Самыя частыя, самыя интенсивныя землетрясенія разразились именно
въ тѣхъ областяхъ, гдѣ еще недавно закончились горообразовательные или
разрушительные процессы.

Конечно, нѣтъ правила безъ исключенія, и землетрясенія постигли
области, не относящіяся къ указаннымъ двумъ синклиналямъ, напр. Бай-
кальскія землетрясенія; и даже болѣе того, землетрясенія постигли такія
области, гдѣ ихъ совершенно нельзя было ожидать при нашихъ свѣдѣніяхъ
о геологической эволюціи этихъ мѣстностей, напр. Чарльстонъ и провинція
Цеара (Ceará) въ Бразиліи.

Но эти случаи представляются единичными и не нарушаютъ общности
только что высказаннаго положенія.

Протоколъ засѣданія 24-го апрѣля 1909 года.

Подъ предсѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссіи: князь Б. Б. Голицынъ, А. А. Иностранцевъ, Г. В. Левицкій, А. Я. Орловъ, М. А. Рыкачевъ, Ѳ. Н. Чернышевъ, Ю. М. Шокальскій, Э. В. Штеллингъ и приглашенные гости: О. О. Баклундъ, К. К. Матвѣевъ, П. М. Никифоровъ, А. А. Полѣшукъ, К. В. Хагелинъ и Г. П. Эклундъ.

§ 39.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 27-го февраля 1909 года.

§ 40.

К. К. Матвѣевъ прочелъ отчетъ „О состояніи и дѣятельности сейсмическихъ станцій, устроенныхъ на средства Э. Л. Нобеля въ Баку и Балаханахъ“. Докладчикъ сообщилъ, что онъ принялъ эти станціи въ мартѣ 1908 года, при чемъ состояніе ихъ оказалось неудовлетворительнымъ. Далѣе К. К. Матвѣевъ указалъ на рядъ болѣе или менѣе значительныхъ недостатковъ, допущенныхъ какъ въ устройствѣ этихъ станцій, такъ и при уходѣ за инструментами, и ознакомилъ Комиссію съ принятыми имъ мѣрами къ улучшенію состоянія и дѣятельности станцій. Наконецъ К. К. Матвѣевъ сравнилъ результаты записей Бакинской и Балаханской станцій за 1908 годъ съ таковыми сейсмическихъ станцій при Тифлисской, Ташкентской и нѣкоторыхъ заграничныхъ Обсерваторіяхъ. Въ заключеніе К. К. Матвѣевъ демонстрировалъ діалозитивы, представляющіе виды сейсмическихъ станцій въ Баку и Балаханахъ и изображенія характерныхъ сейсмограммъ, зарегистрированныхъ на этихъ станціяхъ.

Обсужденіе отчета К. К. Матвѣева было отложено на особое экстренное засѣданіе Комиссіи, въ которомъ онъ прочтетъ также свой докладъ о мѣстныхъ особенностяхъ движеній земной коры, отмѣчаемыхъ сейсмографами Нобелевскихъ станцій.

К. К. Матвѣевъ обѣщалъ составить резюме своего отчета, которое будетъ напечатано въ приложеніи къ протоколу.

§ 41.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ содержаніе донесенія, полученнаго Главной Физической Обсерваторіей отъ нашего консула въ Керманшахъ Н. Никольскаго, сообщающаго собранныя имъ подробныя данныя о разрушеніяхъ, причиненныхъ землетрясеніемъ въ Луристанѣ 10/23-го января 1909 года. Докладъ Э. В. Штеллинга объ этомъ землетрясеніи, обратившемъ на себя общее вниманіе, будетъ напечатанъ въ приложеніи къ сему протоколу. Краткія свѣдѣнія о землетрясеніи сообщены секретаремъ Комиссіи директору Центрального Бюро Международной Сейсмологической Ассоціаціи.

Постановлено донесеніе консула Н. Никольскаго передать въ редакцію Сейсмическаго Бюллетеня.

§ 42.

Доложено сообщеніе Управленія Кавказскихъ минеральныхъ водъ, что Управленіе, заинтересованное въ возможно скоромъ устройствѣ сейсмической станціи въ Пятигорскѣ, нѣсколько разъ обращалось въ Тифлисскую Обсерваторію съ просьбой ускорить установку сейсмографа, но до сего времени не получила опредѣленнаго отвѣта. Вслѣдствіе сего Управленіе проситъ Комиссію сообщить, когда можно рассчитывать на доставку и установку сейсмографа.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что испытаніе предназначеннаго для Пятигорской станціи сейсмографа теперь окончено, такъ что приборъ въ непродолжительномъ времени можетъ быть упакованъ и отправленъ. Къ сему Б. Б. Голицынъ присовокупилъ, что жиюстировка сейсмографа, снабженнаго затуханіемъ до аперіодичности, требуетъ извѣстной опытности; лица, специально къ тому не подѣученныя, врядъ ли справятся съ этимъ приборомъ.

§ 43.

Завѣдывающій Ташкентской Обсерваторіей полковникъ Давыдовъ сообщилъ, что профессоръ Г. Агаменпоне просилъ выслать ему сейсмограмму землетрясенія 8-го сентября 1905 г.; такъ какъ сейсмограммы Ташкентской Обсерваторіи за 1905 годъ еще хранятся въ Сейсмической Комиссіи, то полковникъ Давыдовъ проситъ Комиссію объ удовлетвореніи просьбы профессора Г. Агаменпоне.

Постановлено просить Г. В. Левицкаго послать профессору Г. Агаменпоне сейсмограмму отъ 8-го сентября 1905 года.

§ 44.

Доложена телеграмма правителя канцеляріи Пріамурскаго Генералъ-Губернатора о томъ, что землетрясенія на Оморѣ продолжаются. 14-го фе-

враля ночью ощущались два сильных толчка съ колебаніемъ почвы, при чемъ временами слышался продолжительный гулъ (см. § 37 протокола засѣданія 27-го февраля).

Принято къ свѣдѣнію.

§ 45.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что директоръ Обсерваторіи въ Оттавѣ О. Klotz обратился къ нему съ просьбою оказать содѣйствіе, чтобы ему доставлялись сейсмическія наблюденія Иркутской Обсерваторіи, начиная съ 8-го апрѣля 1908 года. Въ настоящее время директоръ О. Клоцъ получаетъ изъ Россіи только бюллетени съ наблюденіями Тифлисской Обсерваторіи, за которые онъ весьма благодаренъ, но онъ желалъ бы получать также наблюденія другихъ русскихъ станцій въ обмѣнъ за свои бюллетени.

Э. В. Штеллингъ доложилъ, что только Тифлисская и Ташкентская Обсерваторіи издають регулярно свои собственные сейсмическіе бюллетени; Иркутская Обсерваторія раньше также издавала ежемѣсячные бюллетени съ сейсмическими наблюденіями, но изданіе ихъ повидимому прекратилось или временно приостановилось. Ташкентская Обсерваторія вѣроятно съ удовольствіемъ согласится на обмѣнъ изданіями съ Обсерваторіею въ Оттавѣ.

Постановлено высылать директору Обсерваторіи въ Оттавѣ сейсмическіе бюллетени Комиссіи.

§ 46.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что Ф. Ф. Мольденгауеръ изъявилъ готовность на одномъ изъ засѣданій Сейсмической Комиссіи прочесть слѣдующіе доклады:

- 1) о предложенномъ имъ способѣ изслѣдованія жизни интермитирующихъ источниковъ при помощи самопишущихъ приборовъ,
- и 2) о замѣченномъ имъ воздѣйствіи сейсмическихъ проявленій земли на жизнь интермитирующихъ источниковъ.

Встрѣчая предложеніе Ф. Ф. Мольденгауера съ живѣйшимъ интересомъ, Комиссія просила князя Б. Б. Голицына условиться съ г. Мольденгауеромъ о выборѣ подходящаго дня для прочтенія обѣщанныхъ докладовъ; такъ какъ на ближайшія засѣданія Комиссіи доклады уже намѣчены, то чтеніе докладовъ Ф. Ф. Мольденгауера вѣроятно придется отложить до осени.

§ 47.

Членъ метеорологическаго отдѣла Камчатской экспедиціи Ф. В. Доброхотовъ заявилъ, что онъ предполагаетъ остаться на Камчаткѣ для физико-географическихъ изслѣдованій на нѣсколько лѣтъ; онъ про-

силѣ князя Б. Б. Голицына указать ему наиболѣе подходящій для довольно сильныхъ сотрясеній типъ сейсмометра, а еще лучше какое-либо руководство для сейсмическихъ изслѣдованій на русскомъ, англійскомъ или французскомъ языкахъ.

Постановлено послать Ф. В. Доброхотову книги: C. G. Knott, *The physics of earthquake phenomena* и A. Sieberg, *Handbuch der Erdbebenkunde* и просить его доставлять въ Комиссію свѣдѣнія о землетрясеніяхъ на Камчаткѣ.

*Приложение къ § 41 протокола засѣданія Сейсмической Комиссiи
24-го апрѣля 1909 года.*

**Свѣдѣнія о землетрясеніи въ Персiи 10/23 января
1909 года.**

Докладъ Эд. Штеллинга.

10/23 января сего года, около 3 часовъ утра по среднему Гринвичскому времени, приборы нашихъ сейсмическихъ станцій отмѣтили весьма сильное возмущеніе, причемъ амплитуды колебаній маятниковъ достигли такой же величины, какъ при знаменитомъ Мессинскомъ землетрясеніи 15/28 декабря 1908 года.

Это новое сильное землетрясеніе представлялось тѣмъ болѣе любопытнымъ и загадочнымъ, что въ теченіе продолжительнаго времени не было получено непосредственныхъ извѣстій о немъ, хотя эпицентральная область его, повидимому, находилась сравнительно въ недалекомъ разстояніи отъ южной границы Россіи. На основаніи данныхъ о моментахъ наступленія первой и второй предварительныхъ фазъ по записямъ сейсмографовъ въ Пулковѣ, Иркутскѣ и Тифлисѣ, академикъ князь Б. Б. Голицынъ¹⁾, еще до полученія какихъ-либо непосредственныхъ свѣдѣній о землетрясеніи, опредѣлилъ разстояніе эпицентра его отъ названныхъ станцій и получилъ слѣдующіе результаты:

	Пулково	Тифлисъ	Иркутскъ ²⁾
моменты 1-й фазы.....	2 ^ч 54 ^м 24 ^с	2 ^ч 50 ^м 43 ^с	2 ^ч 57 ^м
» 2-й »	2 59 16	2 52 46	3 3
разстояніе до эпицентра..	3200 км.	1150 км.	4300 км.

¹⁾ Князь Б. Б. Голицынъ. Краткое сообщеніе о землетрясеніи 10/23 января 1909 г. Извѣстія Имп. Академіи Наукъ № 3, стр. 159.

²⁾ Въ телеграммѣ Иркутской Обсерваторіи моменты фазъ даны лишь въ цѣлыхъ минутахъ, вслѣдствіе чего величина разстоянія отъ Иркутска до эпицентра можетъ быть ошибочна на ± 250 км.

Комбинируя попарно эти данные князь Б. Б. Голицынъ вычислилъ вѣроятныя географическія координаты эпицентра этого землетрясенія, которыя въ среднемъ выводѣ оказались: $\varphi = 35,5^\circ \text{ N}$ и $\lambda = 55,0^\circ \text{ E}$ отъ Гринвича.

Въ настоящее время Главная Физическая Обсерваторія получила отъ русскаго консула въ Керманшахѣ Н. Никольскаго сообщеніе, въ которомъ онъ передаетъ собранныя имъ подробныя свѣдѣнія о значительныхъ разрушеніяхъ, причиненныхъ въ Луристанѣ сильнымъ землетрясеніемъ 10/23 января сего года. По этимъ даннымъ представляется теперь возможнымъ опредѣлить приблизительно положеніе области наибольшихъ разрушеній, причиненныхъ этимъ землетрясеніемъ, и, такимъ образомъ, провѣрить результаты, выведенныя княземъ Б. Б. Голицынымъ изъ записей сейсмографовъ. Нижеслѣдующія свѣдѣнія о землетрясеніи 10/23 января заимствованы изъ сообщенія консула Н. Никольскаго.

Получивъ по почтѣ лишь 24-го января первое сообщеніе о землетрясеніи, консулъ Н. Никольскій на слѣдующій день командировалъ въ Буруджирдъ агента консульства Асадуллу Мирзу и двоихъ состоящихъ въ конвойной командѣ консульства казаковъ, вахмистра Сухенко и урядника Куркина, и поручилъ имъ собрать по возможности точныя свѣдѣнія о землетрясеніи и причиненныхъ имъ разрушеніяхъ.

Въ теченіе 10 дней посланные объѣхали цѣлый рядъ селеній между Керманшахомъ и Буруджирдомъ. Изъ распросовъ выяснилось, что въ ночь съ 9/22 на 10/23 января, между 5 и 6 часами утра по мѣстному времени, во всѣхъ посѣщенныхъ ими мѣстахъ замѣчалось легкое сотрясеніе почвы, длившееся нѣсколько секундъ. Такое же легкое землетрясеніе, около того же времени, замѣчено было консуломъ Н. Никольскимъ и многими изъ жителей въ Керманшахѣ; оно длилось тамъ не болѣе 4 секундъ и имѣло направленіе, повидимому, съ запада на востокъ.

Въ самомъ Буруджирдѣ, по словамъ мѣстныхъ жителей, землетрясеніе началось около 6 часовъ утра 10/23 января довольно *сильнымъ толчкомъ*, сопровождавшимся подземнымъ гуломъ; толчки повторялись затѣмъ неоднократно до 1/14 февраля; судя по движенію воды въ бассейнахъ, направленіе толчковъ было съ запада на востокъ. Отдѣльныя сотрясенія земли въ Буруджирдѣ были сравнительно слабы: падала съ полокъ посуда и выливалась вода изъ бассейновъ, но разрушенія зданій въ городѣ не было. Во время своего пребыванія въ Буруджирдѣ посланные консула были свидѣтелями двухъ сотрясеній почвы: 31-го января, въ 8 часовъ вечера, сравнительно легкое сотрясеніе длилось лишь нѣсколько секундъ, а 1/14 февраля сотрясенія продолжались около 20 секундъ и были гораздо сильнѣе; казакъ, лежавшій въ постели, толчкомъ былъ выброшенъ изъ нея на полъ.

Изъ Буруджирда агентъ консульства съ казаками могъ выѣхать лишь 3-го февраля, когда губернаторъ Луристана, послѣ сношенія съ центральными властями въ Тегеранѣ, наконецъ разрѣшилъ ему поѣздку въ округъ Силахоръ и далъ необходимаго проводника.

Изъ Буруджирда консульскій агентъ съ казаками слѣдовалъ въ юго-восточномъ направленіи, вдоль большой дороги въ Исфаганъ. Въ 6 фарсангахъ¹⁾ отъ Буруджирда онъ встрѣтилъ первую деревню со слѣдами разрушенія: это была деревня Заргеранъ, гдѣ изъ 200 домовъ оказались разрушенными 10; здѣсь погибло много скота, но люди уцѣлѣли. Слѣдующая деревня Лаванъ оказалась совершенно разрушенной, при чемъ подъ развалинами домовъ погибло 25 человекъ. Чѣмъ далѣе отъ Буруджирда ѣхали посланные консула, тѣмъ картина разрушенія и бѣдствія становилась все ужаснѣе и ужаснѣе. Изъ распросовъ немногихъ оставшихся въ живыхъ Луровъ и Бахтіаровъ выяснилось, что они до настоящаго времени не имѣли никакого представленія о землетрясеніяхъ, такъ какъ таковыхъ никогда не было въ ихъ краѣ. Землетрясеніе застало всѣхъ врасплохъ, спящими. Самое сильное землетрясеніе, состоявшее изъ нѣсколькихъ послѣдовательныхъ толчковъ въ направленіи съ запада на востокъ и обратно и длившееся, по рассказамъ, около 4 минутъ, было утромъ 10/23-го января, около 6 часовъ утра (по мѣстному времени) и сопровождалось сильнѣйшимъ подземнымъ гуломъ. Непрочныя глинобитныя постройки, съ земляными тяжелыми крышами, не выдержали толчковъ и повалились, похоронивъ подъ собою спящихъ людей и находившійся въ хлѣвахъ скотъ. Во многихъ мѣстахъ въ землѣ образовались трещины, глубина которыхъ не превышаетъ трехъ аршинъ, ширина же колеблется отъ нѣсколькихъ вершковъ до 4 аршинъ; въ длину нѣкоторыя трещины тянутся на нѣсколько верстъ. Около деревни Бахрейна обрушилась часть горы Каринъ въ безымянную рѣчку, запрудила ее и вода залила на далекое пространство окрестности горы.

Къ сообщенію консула Н. Никольскаго приложенъ списокъ разрушенныхъ селеній въ округахъ Силахоръ и Бахтіаровъ Чехаръ-Ленгъ. Число ихъ доходитъ до 58, изъ коихъ посланные консула посѣтили сами 27 деревень, а объ остальныхъ собрали достовѣрныя свѣдѣнія отъ разныхъ лицъ. Нѣкоторыя деревни совершенно разрушены и сравнены съ землею; тамъ посланные консула не нашли ни одного живого обитателя и не могли никого спросить о подробностяхъ катастрофы; лишь своры собакъ и стаи вороновъ, терзавшихъ труны, нарушали жуткое молчаніе этихъ разрушенныхъ деревень — могилъ. По подсчету агента всего погибло въ

¹⁾ Фарсангъ, мѣра разстоянія = прибл. 5 верстамъ.

58 деревняхъ 1700 человекъ мужчинъ, не считая женщинъ и дѣтей и не помѣщая въ это число жителей совершенно разрушенныхъ деревень, количество которыхъ нельзя было опредѣлить даже приблизительно. Всѣ разрушенныя деревни оставлены были въ томъ же видѣ, въ какой ихъ привело землетрясеніе; никто не хоронилъ труповъ, никто не являлся съ помощью къ несчастнымъ поселянамъ, пережившимъ катастрофу, которымъ послѣ того угрожали повальные болѣзни или голодная смерть.

Опасаясь, чтобы агентъ и казаки не заболѣли въ этой зараженной мѣстности, консулъ распорядился вернуть ихъ скорѣе въ Керманшахъ, вслѣдствіе чего они могли объѣхать лишь часть подвергшагося разрушенію района, доѣхавъ до деревни Бахрейна.

По словамъ агента консульства, основаннымъ на распросныхъ данныхъ, землетрясеніе 10-го января разрушило также много деревень и среди Бахтіаровъ Хафъ-Ленгъ; эти разрушенія доходятъ будто-бы до самаго Исфагана, причемъ число разрушенныхъ деревень, на протяженіи отъ Буруджирда до Исфагана, доходить до 128.

Къ своему сообщенію г. Никольскій приложилъ 6 фотографическихъ снимковъ, сдѣланныхъ вахмистромъ Сухенко: четыре первые снимка изображаютъ видъ разрушенныхъ деревень Амиръ-Абада, Чегъ-Абдара, Гушеполя и Баба-Хани, а пятый и шестой представляютъ сѣверную и восточную части разрушенной деревни Сенгеръ съ *значительной трещиной въ землѣ*.

На основаніи данныхъ, доставленныхъ консуломъ Н. Никольскимъ, нельзя точно опредѣлить положеніе и распространеніе эпицентральной области землетрясенія 10/23 января 1909 года; но мы врядъ ли удалимся много отъ истины, если предположимъ, что эпицентральная область находилась приблизительно на полупути между Буруджирдомъ и Исфаганомъ; среднее изъ географическихъ координатъ которыхъ составляетъ:

$$\varphi = 33^{\circ}3' \text{ N} \quad \text{и} \quad \lambda = 50^{\circ}2' \text{ E} \text{ отъ Гринвича.}$$

На основаніи этихъ координатъ центральной части области съ наибольшими разрушеніями я вычислилъ разстояніе ея отъ сейсмическихъ станцій въ Пулковѣ и Тифлисѣ:

разстояніе отъ Пулкова 3280 километровъ

» » Тифлиса 1050 »

Эти числа хорошо согласуются съ вышеприведенными разстояніями, выведенными княземъ Б. Б. Голицынымъ на основаніи записей сейсмо-

графовъ: отклоненія въ ± 100 клм. лежатъ въ границахъ ошибокъ, неизбежныхъ при опредѣленіи разстоянія эпицентра по *Laufzeitcurven* *Wiechert'a*, а опредѣленіе центральной части области наибольшихъ разрушеній по распроснымъ даннымъ, сообщеннымъ консуломъ Н. Никольскимъ, также не можетъ претендовать на большую точность.

Вычисленные княземъ Б. Б. Голицынымъ вѣроятныя географическія координаты эпицентра землетрясенія 10/23 января отклоняются отъ найденныхъ нами координатъ: по широтѣ на $2^{\circ}2'$ и по долготѣ на $4^{\circ}8'$; эти сравнительно большія отклоненія отчасти зависятъ отъ неблагоприятнаго положенія, которое наши сейсмическія станціи занимали по отношенію къ эпицентру даннаго землетрясенія: уголъ трехугольника эпицентръ-Пулково-Тифлисъ чрезвычайно малъ, такъ какъ всѣ три пункта лежатъ на одномъ большомъ кругѣ.

Это расположеніе по большому кругу представляетъ особенную выгоду при опредѣленіи скорости распространенія волнъ главной фазы землетрясенія по поверхности земли.

Хотя въ еженедѣльномъ сейсмическомъ бюллетенѣ Тифлисской Обсерваторіи моментъ главной фазы землетрясенія 10/23 января не указанъ, но по приложеннымъ къ бюллетеню копіямъ¹⁾ съ сейсмограммъ отъ трехъ тяжелыхъ маятниковъ я могъ довольно точно опредѣлить время наступленія волнъ этой фазы въ Тифлисъ, которое въ среднемъ оказалось $= 2^{\text{h}} 53^{\text{m}} 18^{\text{s}}$. Что же касается момента появленія длинныхъ волнъ въ Пулковѣ, то И. И. Вилицъ, по моей просьбѣ, опредѣлилъ его по сейсмограммѣ Пулковской станціи, причемъ оказалось, что длинныя волны появились тамъ между $3^{\text{h}} 2^{\text{m}}$ и $3^{\text{h}} 3^{\text{m}}$. Такимъ образомъ, разстояніе въ 2240 километровъ отъ Тифлиса до Пулкова волнами главной фазы пройдено приблизительно въ $9^{\text{m}} 12^{\text{s}}$; слѣдовательно эти волны распространились по поверхности земли со среднею скоростью 4,1 килом. въ секунду.

Предполагая, что длинныя волны съ такою же скоростью прошли разстояніе отъ эпицентра до Тифлиса (1050 клм.), мы находимъ, что на пробѣгъ этого разстоянія потребовалось около $4^{\text{h}} 18^{\text{s}}$. На основаніи этихъ данныхъ мы можемъ заключить, что въ эпицентральной области землетрясеніе наступило около $2^{\text{h}} 49^{\text{m}}$ по среднему Гринвичскому времени, или около $6^{\text{h}} 10^{\text{m}}$ утра по мѣстному времени.

¹⁾ P. Stelling. Erdbebendiagramme von 23 I 1909. Physikalisches Observatorium zu Tiflis.

Протоколъ засѣданія 8-го мая 1909 года.

Подъ предсѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссии: А. А. Иностранцевъ, А. Я. Орловъ, И. И. Померанцевъ, О. Н. Чернышевъ, Э. В. Штеллингъ и приглашенные гости: И. И. Вилиппъ, К. К. Матвѣевъ, П. М. Никифоровъ, др. Фегреусъ и Г. П. Эклундъ.

§ 48.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 24-го апрѣля 1909 года.

§ 49.

К. К. Матвѣевъ прочелъ докладъ: „Мѣстныя особенности движеній земной коры, отмѣчаемыя сейсмографами Нобелевскихъ станцій въ Баку и Балаханахъ“.

Докладчикъ указалъ на возмущенія различнаго вида и характера, появляющіяся въ записяхъ Бакинскихъ сейсмическихъ станцій, причемъ онъ остановился на подробномъ разсмотрѣннн колебаній слѣдующихъ двухъ категорій.

Колебанія первой категоріи замѣчаются преимущественно зимою, но при извѣстныхъ условіяхъ появляются иногда и въ лѣтнее время. Эти колебанія продолжаются часто въ теченіе довольно долгаго времени, причемъ періоды ихъ достигаютъ 5 минутъ и болѣе. По своему внѣшнему виду они напоминаютъ тѣ неправильности, которыя искажали записи сейсмографовъ Ташкентской Обсерваторіи до устройства отопленія въ подвальномъ помѣщеніи станціи. Изъ сравненія значительнаго числа кривыхъ, представляющихъ подобныя неправильности, съ ходомъ температуры воздуха К. К. Матвѣевъ вывелъ заключеніе, что колебанія этой категоріи зависятъ исключительно отъ температуры и, такимъ образомъ, не должны быть отнесены къ сейсмическимъ явленіямъ въ тѣсномъ смыслѣ слова.

Ко второй категоріи колебаній принадлежатъ сравнительно мелкія возмущенія своеобразнаго и весьма характернаго вида, по которому они рѣзко отличаются отъ обычныхъ сейсмическихъ возмущеній. Колебанія этой категоріи появляются обыкновенно внезапно и продолжаются лишь одну или нѣсколько минутъ; при амплитудахъ въ нѣсколько миллиметровъ они отличаются весьма короткимъ періодомъ, не превышающимъ 0,2—0,3 секунды по приблизительной оцѣнкѣ. По мнѣнію К. К. Матвѣева возмущенія этой категоріи вызываются движеніемъ и выходомъ подпочвенныхъ газовъ; появленіе этихъ особенностей въ записяхъ сейсмографовъ онъ считаетъ предвѣстникомъ нефтяныхъ фонтановъ. Вслѣдствіе недостатка въ достаточно полныхъ и достовѣрныхъ статистическихъ данныхъ о появленіи и дѣятельности нефтяныхъ фонтановъ, К. К. Матвѣевъ однако не могъ всесторонне провѣрить свое заключеніе.

Докладъ К. К. Матвѣева вызвалъ оживленный обмѣнъ мнѣній, причемъ единогласно было высказано пожеланіе о продолженіи дѣятельности Бакинскихъ сейсмическихъ станцій и о снабженіи ихъ приборами, специально приспособленными для регистраціи мѣстныхъ сейсмическихъ явленій.

Г. П. Эклундъ заявилъ отъ имени Правленія товарищества „Бр. Нобель“, что дальнѣйшая дѣятельность Бакинскихъ сейсмическихъ станцій обезпечена, и что Правленіемъ будутъ приняты мѣры къ улучшенію состоянія ихъ.

Предсѣдатель О. А. Баклундъ благодарилъ докладчика за интересное сообщеніе и выразилъ желаніе, чтобы докладъ его былъ напечатанъ въ Извѣстіяхъ Комиссіи.

§ 50.

Доложена просьба завѣдывающаго Ташкентскою Обсерваторіею о снабженіи сейсмической станціи въ Ташкентѣ хорошими контактными часами. Примѣненіе для электрическихъ контактовъ часовъ Обсерваторіи оказалось неудобнымъ, такъ какъ отъ этого значительно портился ходъ ихъ.

Обсерваторія намѣрена увеличить скорость движенія регистрирующей бумаги въ приборѣ Цѣльнера и снабдить маятники демферами, причемъ академикъ князь Б. Б. Голицынъ весьма любезно принялъ на себя заказъ необходимыхъ магнитовъ и двухъ валовъ Боша для оптической регистраціи.

Постановлено уступить безвозмездно Ташкентской Обсерваторіи контактные часы Strasser & Rohde.

§ 51.

Доложено сообщеніе начальника Главнаго Управленія почтъ и телеграфовъ, что имъ сдѣлано распоряженіе объ установкѣ на сейсмической станціи въ Пятигорскѣ телеграфнаго аппарата и о соединеніи ея проводомъ съ мѣстной почтово-телеграфной конторой, для бесплатной пере-

дачи по телеграфу сигналовъ времени изъ Тифлисской Физической Обсерваторіи на сейсмическую станцію въ Пятигорскѣ. Выборъ времени для подачи сигналовъ предоставленъ взаимному соглашенію директора Тифлисской Обсерваторіи и начальника Владикавказскаго почтово-телеграфнаго округа.

Рѣшеніе вопроса объ отправкѣ сейсмографа, предназначеннаго для сейсмической станціи въ Пятигорскѣ, отложено на слѣдующее засѣданіе Комиссіи.

§ 52.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ содержаніе циркулярнаго сообщенія профессора Haid'a о значительномъ числѣ весьма слабыхъ возмущеній, отмѣченныхъ горизонтальнымъ маятникомъ на сейсмической станціи въ Дурлахѣ за время съ 1-го декабря до наступленія Мессинскаго землетрясенія 28-го декабря 1908 года. Эти возмущенія были въ началѣ чрезвычайно слабы, но съ теченіемъ времени они нѣсколько усилились при возрастающемъ числѣ ихъ. Возмущенія отмѣчались ежедневно, и общее число ихъ превысило 500, причемъ въ нѣкоторые дни замѣчено до 28 возмущеній въ сутки; 28-го декабря до первой фазы Мессинскаго землетрясенія отмѣчено еще 4 такіа возмущенія, но послѣ землетрясенія они совершенно прекратились и до мая сего года не появлялись. Къ сообщенію профессора Haid'a приложенъ списокъ возмущеній съ указаніемъ времени появленія ихъ и таблица съ фотографическими воспроизведеніями записей съ возмущеніями.

А. Я. Орловъ указалъ, что на сейсмограммахъ Юрьевской станціи до наступленія Мессинскаго землетрясенія также замѣтны слѣды слабыхъ возмущеній.

§ 53.

Доложено, что завѣдывающій Мурманскою Біологическою станціею Г. А. Ключе предлагаетъ свои услуги для устройства сейсмической станціи въ г. Александровскѣ.

Секретарь Э. В. Штеллингъ напомнилъ, что Комиссія постановила на будущее время устраивать второклассныя сейсмическія станціи лишь при особенно благоприятныхъ условіяхъ, обеспечивающихъ правильную дѣятельность ихъ. Въ данномъ случаѣ благоприятнымъ условіемъ является то обстоятельство, что сейсмическая станція въ Александровскѣ состояла бы въ вѣдѣніи ученаго учрежденія; правильныя сейсмическія наблюденія на Мурманѣ несомнѣнно способствовали бы изученію землетрясеній въ Лапландіи и Сѣверной Норвегіи. Но съ другой стороны необходимо имѣть въ виду, что Мурманская Біологическая станція на зиму закрывается, такъ что нельзя рассчитывать на производсто сейсмическихъ наблюденій въ теченіе круглаго года; къ тому же точное опредѣленіе времени въ Александровскѣ вѣроятно представитъ значительныя затрудненія.

А. А. Иностранцевъ высказалъ убѣжденіе, что Общество Естественныхъ испытателей согласится устроить особое помѣщеніе для сейсмографа и вѣроятно найдетъ средства, чтобы обезпечить производство правильныхъ сейсмическихъ наблюденій въ теченіе всего года.

Постановлено отложить рѣшеніе вопроса на слѣдующее засѣданіе Комиссіи.

§ 54.

Доложено о полученіи подлинныхъ сейсмограммъ Ташкентской Обсерваторіи за время съ 15-аго апрѣля по 30-ое декабря 1908 года.

Постановлено передать сейсмограммы въ редакцію Сейсмическаго Бюллетеня.

Протоколъ застѣданія 29-го мая 1909 г.

Подъ предсѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссии: князь Б. В. Голицынъ, А. П. Карпинскій, Г. В. Левицкій, А. Я. Орловъ, И. И. Померанцевъ, Ю. М. Шокальскій, Э. В. Штеллингъ и приглашенные гости: др. Андерсонъ, Н. А. Бѣлелюбскій, И. И. Вилипъ, В. Ю. Ганъ, К. К. Матвѣевъ и П. М. Никифоровъ.

§ 55.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго застѣданія 8-го мая 1909 года.

§ 56.

Князь Б. В. Голицынъ прочелъ докладъ: „Къ вопросу объ изслѣдованіи колебаній зданій“.

Въ новыхъ зданіяхъ Морской Академіи появились трещины, образовавшіяся въ стѣнахъ, повидимому, подъ вліяніемъ сотрясеній и колебаній стѣнъ, вызванныхъ моторомъ Дизеля.

Приступивъ къ изслѣдованію этого вопроса князь Б. В. Голицынъ убѣдился, что маятники Боша не пригодны для этой цѣли. Для подробнаго изслѣдованія смѣщеній, какъ вертикальныхъ такъ и горизонтальныхъ, онъ сконструировалъ особый приборъ, состоящій изъ стальной пружины съ тяжелымъ грузомъ; колебанія пружины отмѣчались регистривнымъ приборомъ обычной конструкціи, а затухателемъ служилъ электромагнитъ. Опыты съ этимъ сейсмографомъ довольно грубой конструкціи, производившіеся въ различныхъ этажахъ главнаго зданія Морской Академіи и флигеля для служителей, дали прекрасные результаты. Подъ вліяніемъ работы мотора Дизеля пружина сейсмографа производила ритмическія колебанія, и запись прибора представляла синусоиду. Оказалось возможнымъ настраивать приборъ въ унисонъ съ оборотами мотора, причемъ амплитуды колебаній пружины достигали максимальной величины.

Князь Б. Б. Голицынъ развилъ полную теорію своего прибора и, на основаніи выведенныхъ имъ основныхъ уравненій, опредѣлилъ абсолютныя величины вертикальныхъ смѣщеній, а также и соответствующихъ ускореній.

Докладъ вызвалъ оживленный обмѣнъ мнѣній, какъ относительно конструкціи прибора, такъ и теоріи его. Выводы, сдѣланные докладчикомъ на основаніи своихъ опытовъ, представляютъ значительный шагъ впередъ; на основаніи строгихъ теоретическихъ соображеній ему удалось опредѣлить довольно точную величину смѣщеній, между тѣмъ какъ предшественники его обыкновенно довольствовались приближенною оцѣнкою амплитудъ колебаній. Н. А. Бѣлелюбскій высказалъ желаніе, чтобы методъ князя Голицына былъ примѣненъ для изслѣдованія колебаній желѣзнодорожныхъ мостовъ и другихъ сооружений, и А. Я. Орловъ выразилъ надежду, чтобы подобные приборы примѣнялись на нашихъ сейсмическихъ станціяхъ для опредѣленія вертикальныхъ смѣщеній почвы, преимущественно въ мѣстностяхъ, подверженныхъ землетрясеніямъ.

Постановлено напечатать докладъ въ Извѣстіяхъ Комиссіи.

§ 57.

Князь Б. Б. Голицынъ сдѣлалъ докладъ „О новой формѣ тяжелаго маятника съ механической регистраціей для сейсмическихъ станцій 2-го разряда“.

При своихъ работахъ по устройству магнитныхъ демпферовъ у горизонтальныхъ маятниковъ обычной конструкціи князь Б. Б. Голицынъ убѣдился, что эти приборы страдаютъ значительными недостатками, вслѣдствіе которыхъ опредѣленіе дѣйствительныхъ смѣщеній почвы по записямъ ихъ сопряжено съ большими трудностями.

Поэтому онъ поставилъ себѣ задачею устройство прибора, въ которомъ по возможности были бы устранены главнѣйшіе недостатки горизонтальныхъ маятниковъ системы Боша съ механической регистраціей, но съ сохраненіемъ преимуществъ и удобствъ сейсмографа этого типа. Съ этою цѣлью онъ замѣнилъ опорное остріе въ концѣ горизонтальнаго стержня маятника особымъ подвѣсомъ изъ стальной пружины, улучшилъ весьма неудовлетворительный увеличительный приборъ, значительно увеличилъ массу маятника, съ цѣлью уменьшенія вреднаго вліянія тренія; и снабдилъ маятникъ затуханіемъ посредствомъ сильныхъ постоянныхъ магнитовъ.

При предварительномъ испытаніи новаго сейсмографа оказалось, что онъ дѣйствуетъ весьма удовлетворительно. При увеличеніи въ 50 разъ, новый увеличительный приборъ не имѣлъ мертвого хода; при удаленіи демпфера, увеличительный приборъ и пишущее перо оказали лишь ничтожное вліяніе на періодъ колебаній маятника. По мнѣнію докладчика нѣтъ надобности доводить затуханіе у маятниковъ этого типа до аперіодичности; на станціяхъ 2-го разряда несомнѣнно можно доволь-

ствоваться введеніемъ затуханія, при которомъ $v = \frac{\theta_k}{\theta_{k+1}}$ будетъ нѣсколько больше 5.

Комиссія высказала пожеланіе, чтобы новый усовершенствованный сейсмографъ былъ практически испытанъ въ мѣстности, подверженной землетрясеніямъ; съ этою цѣлью признано желательнымъ, чтобы сейсмическія станціи въ Ташкентѣ, Тифлисѣ и Иркутскѣ были снабжены горизонтальными маятниками этой конструкціи.

§ 58.

И. И. Вилипъ доложилъ „О результатахъ сравненія контактныхъ часовъ Strasser & Rohde“.

По просьбѣ Сейсмической Комиссіи князь Б. Б. Голицынъ согласился на производство провѣрки серіи новыхъ контактныхъ часовъ въ физическомъ Кабинетѣ Академіи и поручилъ исполненіе этой работы докладчику. Кромѣ часовъ Бомейера, предназначенныхъ для Пятигорской Сейсмической станціи, провѣркѣ подверглись четверо контактныхъ часовъ усовершенствованной конструкціи, изготовленные фирмой Strasser & Rohde по заказу Г. В. Левицкаго. Суточный ходъ этихъ контактныхъ часовъ И. И. Вилипъ опредѣлилъ по сравненію съ хорошимъ хронометромъ Kessels'a, провѣреннымъ въ Пулковской Обсерваторіи.

Послѣ надлежащей установки часовъ на подходящихъ мѣстахъ и тщательной регулировки ихъ, всѣ часы обнаружили вполне удовлетворительный суточный ходъ. Посредствомъ медленнаго охлажденія и нагреванія всего помѣщенія И. И. Вилипъ изслѣдовалъ компенсацію часовъ отъ температуры, которая оказалась хотя и несовершенной, но всетаки довольно удовлетворительной. Распространивъ свои изслѣдованія также на изученіе вліянія искусственныхъ сотрясеній и варіацій давленія воздуха на постоянство суточного хода, И. И. Вилипъ пришелъ къ заключенію, что всѣ испытанные имъ часы вполне пригодны для сейсмическихъ станцій.

Постановлено отправить часы Бомейера въ Пятигорскъ и предоставить въ распоряженіе Ташкентской, Тифлисской и Екатеринбургской Обсерваторій по одному экземпляру контактныхъ часовъ Strasser & Rohde, четвертые же часы передать въ Пулковскую сейсмическую станцію.

§ 59.

Предсѣдатель О. А. Баклундъ пригласилъ членовъ Комиссіи воспользоваться присутствіемъ на засѣданіи доктора Андерсона, чтобы совместно обсудить вопросъ о реорганизаціи Бакинскихъ станцій и условиться съ нимъ относительно наилучшаго способа осуществленія намѣченныхъ улучшеній.

Др. Андерсонъ сообщилъ, что онъ участвовалъ въ собраніи директоровъ Правленія товарищества „Бр. Нобель“, на которомъ поста-

новлено было продолжать производство сейсмических наблюдений; такъ какъ ему придется принять дѣятельное участіе въ этомъ дѣлѣ, то др. Андерсонъ желалъ бы получить отъ Комиссіи компетентныя указанія относительно слѣдующихъ главнѣйшихъ вопросовъ:

- 1) о выборѣ мѣста для станціи и устройствѣ зданій для установки сейсмографовъ;
- 2) объ улучшеніи приборовъ и уходѣ за ними;
- 3) объ обработкѣ и изданіи наблюдений.

Комиссія рѣшила обсужденіе и рѣшеніе этихъ вопросовъ поручить особой Подкомиссіи, состоящей изъ слѣдующихъ лицъ: д-ра Андерсона, О. А. Баклунда, князя Б. Б. Голицына, Г. В. Левицкаго и А. Я. Орлова.

§ 60.

Князь Б. Б. Голицынъ представилъ всемірную карту, полученную имъ отъ директора Тифлисской Обсерваторіи С. В. Гласека, на которой вычерчены кривыя одинаковыхъ разстояній отъ сейсмическихъ станцій въ Пулковѣ, Иркутскѣ и Тифлисѣ, при чемъ для этихъ трехъ системъ кривыхъ употреблены различныя краски. Карта весьма удобна для быстраго отысканія эпицентровъ землетрясеній по разности временъ между наступленіемъ первой и второй предварительной фазы на означенныхъ станціяхъ.

Данныя, по которымъ С. В. Гласекъ нанесъ на карту линіи одинаковыхъ разстояній отъ Пулкова и Иркутска, опубликованы имъ въ ежемѣсячномъ сейсмическомъ бюллетенѣ¹⁾ Тифлисской Физической Обсерваторіи за октябрь — декабрь 1907 года.

На основаніи соотвѣтственныхъ свѣдѣній, полученныхъ по телеграфу отъ сейсмическихъ станцій въ Тифлисѣ, Иркутскѣ и Ташкентѣ, и результатовъ записей Пулковской станціи князь Б. Б. Голицынъ опредѣлилъ вѣроятное положеніе эпицентра землетрясенія отъ 3-го іюня сего года. По даннымъ Пулковской и Тифлисской станцій географическія координаты эпицентра этого землетрясенія получились

$$\varphi = 1^{\circ} \text{ N}$$

$$\lambda = 103^{\circ} \text{ E,}$$

что вполне согласуется съ телеграфными свѣдѣніями о сильномъ землетрясеніи на островѣ Суматрѣ. Что же касается наблюдений, полученныхъ изъ Ташкента и Иркутска, то они даютъ столь разнорѣчивые результаты, что ими невозможно пользоваться для опредѣленія положенія эпицентральной области этого землетрясенія.

¹⁾ Таблицы географическихъ координатъ для точекъ пересѣченія линій направленій съ кривыми одинаковыхъ разстояній для Иркутска и Пулкова.

§ 61.

А. Я. Орловъ доложилъ, что физико-математическій факультетъ Императорскаго Юрьевскаго Университета призналъ желательнымъ, чтобы на будущее время читались лекціи по сейсмологіи. Профессоръ Г. П. Михайловскій согласился прочесть курсъ по сейсмологіи съ геологической точки зрѣнія, а А. Я. Орловъ принялъ на себя чтеніе лекцій по теоріи сейсмическихъ приборовъ.

Такимъ образомъ, прочное основаніе, положенное профессоромъ Г. В. Левицкимъ введенными имъ практическими занятіями по сейсмологіи, получить дальнѣйшее развитіе.

§ 62.

Секретарь Э. В. Штеллингъ доложилъ, что прямыя служебныя обязанности вынуждаютъ его отказаться отъ должности секретаря Комиссіи. Къ сему Э. В. Штеллингъ присовокупилъ, что онъ испросилъ себѣ отпускъ на три мѣсяца по болѣзни и что сослуживцы его А. М. Шенрокъ и Э. Ю. Бергъ изъявили готовность замѣстить его на время отсутствія.

Одобряя предложеніе о замѣстителяхъ на время отпуска Э. В. Штеллинга, Комиссія постановила отложить до осени выборъ новаго секретаря.

Протоколъ засѣданія 23-го октября 1909 года.

Подъ предсѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссіи: А. П. Герасимовъ, князь Б. Б. Голицынъ, А. П. Карпинскій, И. И. Померанцевъ, М. А. Рыкачевъ, Ѳ. Н. Чернышевъ, замѣстители секретаря Комиссіи А. М. Шенрокъ и Э. Ю. Бергъ и приглашенные гости: О. О. Баклундъ, И. И. Вилипъ, І. А. Керсновскій, К. К. Матвѣевъ, П. М. Никифоровъ, В. В. Николаевъ, С. И. Рудницкій и Э. К. Ренгольмъ.

§ 63.

Прочтенъ и утвержденъ протоколъ предыдущаго засѣданія 29-го мая 1909 года.

§ 64.

Князь Б. Б. Голицынъ сдѣлалъ докладъ о землетрясеніи 20—21 октября 1909 года (по новому стилю). Онъ вычислилъ положеніе эпицентра этого землетрясенія на основаніи записей 2-хъ маятниковъ одной только Пулковской Сейсмической Станціи, по способу, указанному имъ въ статьѣ: „Къ вопросу объ опредѣленіи азимута эпицентра землетрясенія“¹⁾. Полученныя такимъ образомъ координаты эпицентра оказались въ хорошемъ согласіи съ соотвѣтствующими данными, вычисленными по засѣчкамъ на основаніи сейсмограммъ 3 станцій (въ Пулковѣ, Иркутскѣ и Тифлисѣ).

§ 65.

Прочтенъ отчетъ Г. В. Левицкаго о засѣданіяхъ Постоянной Комиссіи Международной Сейсмической Ассоціаціи въ Церматѣ.

Постановлено напечатать отчетъ въ Извѣстіяхъ Комиссіи.

¹⁾ Извѣстія Императорской Академіи Наукъ, 1909. № 14, стр. 999 — 1012.

§ 66.

Предсѣдатель Комиссіи О. А. Баклундъ и князь Б. Б. Голицынъ сдѣлали нѣкоторыя дополнителныя сообщенія къ отчету Г. В. Левицкаго, на основаніи представленныхъ ими Императорской Академіи Наукъ отчетовъ о засѣданіяхъ Постоянной Сейсмической Ассоціаціи въ Церматѣ.

§ 67.

Князь Б. Б. Голицынъ предложилъ напечатать въ Извѣстіяхъ Комиссіи двѣ работы И. И. Вилипа, а именно:

- 1) О ходѣ нѣкоторыхъ контактныхъ часовъ.
- 2) Ueber die mikroseismischen Bewegungen nach den Aufzeichnungen der Pulkowaer Seismischen Station für die Zeit vom 20/VIII 1908 bis zum 27/I 1909.

Постановлено напечатать.

§ 68.

Князь Б. Б. Голицынъ реферировалъ о работѣ г. Мольденгауера, представленной Сейсмической Комиссіи по вопросу о значеніи изученія перемежающихся источниковъ въ цѣляхъ возможнаго предсказанія землетрясеній. По предложенію князя Б. Б. Голицына Комиссія постановила:

- 1) Напечатать работу Мольденгауера въ Извѣстіяхъ Комиссіи, предварительно сокративъ и, гдѣ надо, исправивъ ее.
- 2) Просить Геологическій комитетъ организовать на Кавказѣ систематическія наблюденія надъ перемежающимися источниками въ связи съ сейсмическими наблюденіями и выработать для этой цѣли совмѣстно съ Сейсмическою Комиссіею планъ подобныхъ наблюденій.

- 3) Просить специалистовъ выработать проектъ устройства самопишущаго прибора для означенной цѣли.

Просмотръ и редактированіе работы Мольденгауера принялъ на себя А. П. Герасимовъ.

§ 69.

Князь Б. Б. Голицынъ демонстрировалъ два регистрирныхъ аппарата къ сейсмографамъ — одинъ, изготовленный Бошемъ въ Страсбургѣ, — другой, — механикомъ при Физическомъ Кабинетѣ Императорской Академіи Наукъ — г. Мазингомъ. Второй приборъ отличается отъ перваго не только большими размѣрами, но и тѣмъ, что перемѣщеніе барабана вдоль оси производится самостоятельнымъ часовымъ механизмомъ, передвигающимъ поставленную на рельсахъ телѣжку, на которой помѣщается вращающійся барабанъ.

§ 70.

Замѣститель секретаря Комиссіи Э. Ю. Бергъ довелъ до свѣдѣнія Комиссіи, что, вслѣдствіе разрѣшенія со стороны Министерства Народ-

наго Просвѣщенія командировки гг. Г. В. Левицкаго, князя Б. Б. Голицына и Э. Г. Розенталя лѣтомъ сего года на конференцію въ Церматъ, необходимы на командировку означенныхъ лицъ средства въ размѣрѣ 1100 рублей выданы имъ заимообразно изъ кредита Сейсмической Комиссіи.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 71.

Э. Ю. Бергъ доложилъ, что Сейсмическій Бюллетень за 1-ую, 2-ую и 3-ю четверть 1907 года, а также и Извѣстія Комиссіи: Томъ III, выпускъ 2, № 1 разосланы учреждениямъ и лицамъ въ Россіи и за границею, получающимъ эти изданія.

§ 72.

Г. Предсѣдатель Комиссіи, О. А. Баклундъ заявилъ, что предложенія особой подкомиссіи, выбранной на засѣданіи 29 мая с. г. для обсужденія и рѣшенія вопроса о реорганизаціи Бакинскихъ сейсмическихъ станцій, сообщены Правленію Товарищества „Бр. Нобель“. Далѣе онъ сообщилъ, что ему удалось найти подходящаго ученаго для завѣдыванія Бакинскими станціями въ лицѣ г. Ренгольма, рекомендованнаго профессоромъ Доннеромъ въ Гельсингфорсѣ. Князь Б. Б. Голицынъ добавилъ, что г. Ренгольмъ занимается подъ его руководствомъ весьма усердно и что онъ, вѣроятно, вскорѣ пріобрѣтетъ необходимую опытность, чтобы успѣшно руководить сейсмическими станціями въ Баку.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 73.

Князь Б. Б. Голицынъ доложилъ о предложенныхъ г. г. Министромъ финансовъ и Государственнымъ Контролеромъ сокращеніяхъ въ проектѣ кредита Постоянной Сейсмической Комиссіи. Изложивъ къ какимъ статьямъ проектированнаго кредита означенныя сокращенія относятся, князь Б. Б. Голицынъ рекомендовалъ Комиссіи согласиться съ предложенными сокращеніями, такъ какъ новый кредитъ все же дастъ возможность значительно развить и упрочить дѣятельность Комиссіи.

Предложеніе одобрено.

М. А. Рыкачевъ выразилъ пожеланіе, чтобы при ассигновкѣ новаго кредита было выяснено положеніе сейсмическихъ станцій при Обсерваторіяхъ въ Тифлисѣ, Иркутскѣ и Ташкентѣ по отношенію къ Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи; при этомъ М. А. Рыкачевъ указалъ, что сношеніе Сейсмической Комиссіи съ Тифлисской и Иркутской Обсерваторіями производится чрезъ Николаевскую Главную Физи-

ческую Обсерваторію и что этотъ способъ сношеній представляется наиболѣе правильнымъ и цѣлесообразнымъ.

§ 74.

По поводу письменнаго предложенія г. Генеральнаго Секретаря Международной Сейсмической Ассоціаціи извѣстить его о томъ, какимъ научнымъ учрежденіямъ и лицамъ въ Россіи могли бы быть разосланы непосредственно протоколы Конференціи, Комиссія постановила просить г. Генеральнаго Секретаря о высылкѣ всѣхъ 32 экземпляровъ протоколовъ въ Императорскую Академію Наукъ на имя Сейсмической Комиссіи, которая распредѣлитъ ихъ надлежащимъ образомъ.

§ 75.

Вслѣдствіе отказа Э. В. Штеллинга отъ дальнѣйшаго исполненія обязанностей Секретаря Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи (см. § 62 протокола засѣданія Комиссіи 29 мая 1909 г.) Комиссія постановила:

Выразить Э. В. Штеллингу искреннее сожалѣніе по поводу его ухода и поблагодарить его за полезную и усердную дѣятельность въ качествѣ Секретаря Комиссіи со времени ея учрежденія.

Князь Б. Б. Голицынъ предложилъ избрать секретаремъ Комиссіи П. М. Никифорова, причемъ выразилъ готовность руководить г. Никифоровымъ на первыхъ порахъ его дѣятельности.

Комиссія одобрила это предложеніе и избрала П. М. Никифорова секретаремъ Комиссіи, назначивъ ему содержаніе въ размѣрѣ 600 руб. въ годъ, начиная съ 1-го ноября с. г.

§ 76.

Князь Б. Б. Голицынъ предложилъ назначать ежегодно 30—40 руб. на выпускъ 3-хъ заграничныхъ газетъ, съ цѣлью полученія своевременно болѣе полныхъ свѣдѣній о землетрясеніяхъ.

Предложеніе одобрено.

§ 77.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что Совѣтъ Стѣзда Горнопромышленниковъ Юга Россіи прислалъ планъ мѣстности въ сл. Мокѣвкѣ съ просьбой выбрать наиболѣе подходящее мѣсто для устройства сейсмической станціи. Необходимыя указанія даны княземъ Б. Б. Голицынымъ.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 78.

М. А. Рыкачевъ сообщилъ, что корреспондентъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи графъ И. Д. Морковъ, устроившій въ имѣніи Нижнемъ Ольчедаевѣ (Подольской губ.) богато обставленную метеорологическую и аэродинамическую станцію, выразилъ пожеланіе организовать у себя и сейсмическую станцію; онъ просилъ дать ему надлежащія для этой цѣли указанія. Въ виду предстоящаго въ декабрѣ сего года пріѣзда графа И. Д. Моркова въ С.-Петербургъ, Комиссія постановила отложить обсужденіе этого дѣла до его пріѣзда.

Протоколь засѣданія 27-го ноября 1909 года.

Подъ предѣдательствомъ О. А. Баклунда присутствовали Высочайше утвержденные члены Комиссіи: князь Б. Б. Голицынъ, А. Я. Орловъ, И. И. Померанцевъ, Э. В. Штеллингъ, секретарь Комиссіи П. М. Никифоровъ и приглашенные на засѣданіе гости: И. И. Вилиппъ, К. И. Гамовъ, І. А. Керсновскій, К. К. Матвѣевъ и В. В. Николаевъ.

§ 79.

Прочтенъ и утвержденъ протоколь предыдущаго засѣданія 23 октября 1909 года.

§ 80.

А. Я. Орловъ сдѣлалъ докладъ: „О горизонтальномъ маятникѣ Цѡльнера-Репсольда и о желательной постановкѣ наблюденій съ этимъ маятникомъ“.

Цѡльнеръ предназначалъ свой бифиллярный маятникъ спеціально для изслѣдованія лунно-солнечнаго притяженія. Однако Цѡльнеръ нашелъ нуль-пунктъ своего маятника недостаточно устойчивымъ и замѣнилъ нити упругими пластинками. Этотъ второй маятникъ подвергся сильной критикѣ со стороны братьевъ Дарвинъ. Вѣроятно, этой критикой и слѣдуетъ объяснить, что маятникъ Цѡльнера не былъ ниразу примѣненъ къ тѣмъ изслѣдованіямъ, для которыхъ предназначался, и былъ замѣненъ маятникомъ Реберъ-Папвица.

Но Картацци и Г. В. Левицкій показали, что маятникъ на шпичахъ обладаетъ столь большими недостатками, что Г. В. Левицкій предложилъ снова вернуться къ первому типу маятника Цѡльнера. При фотографической регистраціи этотъ маятникъ вовсе не имѣетъ того недостатка, который нашелъ въ немъ Цѡльнеръ. Періодъ его колебанія остается весьма постояннымъ и не зависитъ отъ амплитуды колебанія.

Вступивъ съ 1 января 1909 года въ завѣдываніе Юрьевской Сей-

сической Станціей, докладчикъ рѣшилъ примѣнить маятникъ Цѣльнера къ изслѣдованію луннаго притяженія. Теперь уже собранъ восьмимѣсячный наблюдательный матеріалъ, обработка котораго, однако, задержалась тою трудностью, съ которой сопряжено опредѣленіе переводнаго множителя Цѣльнеровскаго маятника. По мнѣнію докладчика, этотъ множитель лучше всего было бы опредѣлить изъ наблюдений отклоненія маятника подъ вліяніемъ приближенія опредѣленной массы, помѣщенной на небольшомъ разстояніи отъ маятника.

Въ заключеніе А. Я. Орловъ обратился къ Комиссіи съ приглашеніемъ организовать надлежащимъ образомъ наблюденія надъ лунно-солнечными деформациями земного шара.

Докладъ А. Я. Орлова вызвалъ живой обмѣнъ мнѣній.

Кн. Б. Б. Голицынъ между прочимъ не рекомендовалъ прибѣгать къ способу Eötvös'a для опредѣленія постоянныхъ, въ виду слишкомъ большихъ трудностей этого приѣма, вслѣдствіе чего можетъ случиться, что точность константъ окажется значительно меньше той, которую А. Я. Орловъ получилъ способомъ качаній. Чувствительность маятника зависитъ отъ наклона i оси вращенія, а эта величина i легко можетъ быть вычислена изъ наблюдений надъ періодомъ колебанія при различныхъ измѣненіяхъ наклона.

Г. Предсѣдатель Комиссіи О. А. Баклундъ поддерживалъ приглашеніе докладчика организовать наблюденія надъ лунно-солнечными деформациями и упомянулъ, что минувшимъ лѣтомъ на Геодезическомъ Конгрессѣ въ Лондонѣ Дарвинъ сдѣлалъ аналогичное предложеніе.

§ 81.

К. И. Гамовъ доложилъ: „О вліяніи микросейсмическихъ колебаній и атмосфернаго давленія на выдѣленія гремучаго газа“; резюме этого доклада, составленное К. И. Гамовымъ, напечатано въ приложеніи къ сему протоколу.

Свое сообщеніе докладчикъ иллюстрировалъ многочисленными діапозитивами.

§ 82.

Князь Б. Б. Голицынъ доложилъ о статьѣ L. Geiger'a „Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 1907 mit einem Vorwort über die Bearbeitung der Erdbebendiagramme“, помѣщенной въ Götting. Nachr., math.-phys. Kl. 1909, pp. 107 — 151.

Послѣ краткихъ вступительныхъ словъ о нѣкоторыхъ постоянныхъ величинахъ, характеризующихъ собою свойства приборовъ, Geiger въ весьма сжатой формѣ излагаетъ основы общей теоріи распространенія сейсмическихъ волнъ внутри земного шара.

Теорія упругости учитъ, что всякій импульсъ даетъ начало упругимъ колебаніямъ, которыя распространяются въ 3-хъ главныхъ формахъ:

- 1) Продольныя волны распространяются черезъ внутренніе слои

земного шара и даютъ начало первой предварительной фазѣ (P). Ихъ скорость распространенія есть нѣкоторая функція глубины.

2) Поперечныя волны также распространяются въ глубинѣ земного шара и даютъ начало второй предварительной фазѣ (S).

Достигши земной поверхности, сейсмическія волны отражаются отъ нея. Но эти упругія отраженія управляются гораздо болѣе сложными законами, чѣмъ напр. отраженія свѣта. Всякій чисто продольный или чисто поперечный лучъ распадается при отраженіи и на продольный и на поперечный вмѣстѣ. Уголъ отраженія луча, сохранившаго свою природу, равенъ углу паденія; второй же лучъ слѣдуетъ болѣе сложному закону отраженія. Энергія падающаго луча передается главнымъ образомъ отраженному лучу той же природы, и, потому, достаточно считается лишь съ лучемъ, измѣнившимъ свою природу только при однократномъ отраженіи (*Wechselwellen*— PS), оставляя безъ вниманія лучи, нѣсколько разъ измѣнявшіе свой характеръ, въ виду малости ихъ энергіи.

3) Изъ эпицентра H концентрическими волновыми линіями распространяются также поверхностныя волны — т. н. „длинные волны — L “. Ихъ амплитуда сначала убываетъ, но когда волна перейдетъ экваторъ относительно точки H , волновая линія сокращается, и амплитуда соответственно возрастаетъ, достигая максимум'а на противоположномъ концѣ H' діаметра, проходящаго черезъ H . Точка H' можетъ быть принята за второй эпицентръ, отъ котораго вновь пойдутъ длинные волны и т. д.

Затѣмъ Geiger даетъ указанія, какъ слѣдуетъ обрабатывать діаграммы землетрясенія.

Обработка сейсмограммы должна начаться съ анализа временъ (наступленія фазъ) и опредѣленія разстоянія до эпицентра. При этомъ авторъ рекомендуетъ пользоваться *Laufzeitcurven* Wiechert'a и *Zöppritz*'a для первой и второй предварительныхъ фазъ. Но такъ какъ всегда возможна ошибка въ опредѣленіи P и S , то необходимо провѣрять себя, комбинируя между собою и другія фазы.

За анализомъ временъ слѣдуетъ т. назыв. кинетическій анализъ, т. е. опредѣленіе періода колебанія сейсмической волны и вычисленіе смѣщенія точки земной поверхности, которое находится дѣленіемъ амплитуды, снятой съ сейсмограммы, на т. наз. увеличеніе $\mathfrak{B}$. Это увеличеніе $\mathfrak{B}$ есть функція періода колебанія сейсмической волны и нѣкоторыхъ величинъ, характерныхъ для каждаго прибора.

Авторъ призываетъ своихъ читателей возможно подробнѣ анализировать главную фазу и тѣмъ обезпечить будущность ученію о сложномъ явленіи длинныхъ волнъ.

За теоретической частью слѣдуетъ очень подробный и очень тщательно составленный списокъ землетрясеній, отмѣченныхъ въ *Göttingen*'ѣ за 1907 годъ. Въ заключеніе помѣщена таблица микросейсмическихъ колебаній, поскольку они имѣли мѣсто каждый день въ 7^ч утра (*Greenwich*).

Во время доклада княземъ Б. Б. Голицынымъ были демонстрированы на экранѣ *Laufzeitcurven* Wiechert-Zöppritz'a.

§ 83.

Князь Б. Б. Голицынъ доложилъ о статьѣ L. Geiger'a: „Seismische Registrierungen in Göttingen im Jahre 1908 mit einem Vorwort über Hilfsmittel zur Berechnung der wahren Bodenschwankung“, помѣщенной въ Götting. Nachr. math.-phys. Kl. 1909, pp. 152—203.

Смѣщеніе точки земной поверхности находится дѣленіемъ амплитуды, снятой съ сейсмограммы, на т. наз. увеличеніе $\mathfrak{B}$, которое есть функція періода колебанія сейсмической волны и нѣкоторыхъ величинъ, характерныхъ для даннаго инструмента.

Для облегченія вычисленій, д-ромъ Zöppritz'емъ были составлены таблицы для $\sqrt{S}$, величины обратнопропорціональной $\mathfrak{B}$, при различныхъ значеніяхъ аргумента $\frac{T_p}{T}$, гдѣ T_p — періодъ колебанія сейсмической волны, T — періодъ колеб. маятника; но такъ какъ числовая интерполяція изъ этихъ таблицъ довольно утомительна, то Zöppritz выразилъ названную функцію графически. Этотъ приемъ также мало помогъ дѣлу, т. к. наклонъ кривой необыкновенно сильно мѣняется и различные участки кривой пришлось наносить въ различномъ масштабѣ.

Geiger предлагаетъ нанести функцію въ логарифмическомъ масштабѣ. Кривыя, въ такомъ случаѣ, выравниваются, и интерполяція можетъ дать достаточно точные результаты, при малой затратѣ времени. 10 — 15 минутъ достаточно для полнаго вычисленія одной составляющей.

Далѣе слѣдуетъ образцово составленный списокъ землетрясеній, отмѣченныхъ въ 1908 году въ Göttingen'ѣ; любопытно, что въ ноябрѣ мѣсяцѣ за одинъ день было отмѣчено 50 землетрясеній, имѣвшихъ мѣсто въ Vogtland'ѣ.

Кромѣ того приложена таблица микросейсмическихъ колебаній поскольку они имѣли мѣсто каждый день въ 7^а утра (Greenwich).

Во время доклада княземъ Б. Б. Голицынымъ было демонстрировано на экранѣ графическое изображеніе функціи $\sqrt{S}$ въ логарифмическомъ масштабѣ.

§ 84.

Князь Б. Б. Голицынъ доложилъ о статьѣ L. Grunmach'a: „Über neue Methoden und Apparate zur Messung von Erderschütterungen kleinster Periode“, помѣщенной въ Physik. ZS. 10 N 22.

Авторъ описываетъ 2 прибора для измѣренія колебаній мельчайшаго періода. Одинъ изъ нихъ предназначается для измѣренія максимальнаго значенія ускоренія. Идея прибора слѣдующая: тяжелое тѣло, подвѣшенное на пружинѣ, покоится на неподвижномъ основаніи. Система обоихъ тѣлъ включена въ гальваническую цѣпь.

Если черезъ F обозначить натяженіе пружины, черезъ M — массу груза, черезъ P_0 — силу, съ которой грузъ давитъ на подставку, то $P_0 = Mg - F$.

Когда вся система приобретает ускорение b , направленное книзу, то давление груза становится равным

$$P = M(g - b) - F;$$

при $b = g - \frac{F}{M}$ давление равно нулю и контакт нарушается, о чем слѣдять по струнному гальванометру.

Зная F , можно вычислить по данной выше формулѣ максимальное значеніе ускоренія b .

Второй приборъ предназначенъ къ опредѣленію минимальныхъ смѣщеній. Это — обыкновенный горизонтальный маятникъ, подвѣшенный на упругихъ пластинкахъ; оригиналенъ лишь способъ регистраціи. Смотря по обстоятельствамъ, Grunmach пользовался или микрофотографическимъ способомъ регистраціи, или электромагнитнымъ. Въ первомъ случаѣ къ грузу маятника прикрѣпляется марка, изображеніе которой помощью проеціоннаго микроскопа отбрасывается въ любомъ увеличеніи на валъ регистрирнаго аппарата. При электромагнитной регистраціи въ радіальномъ магнитномъ полѣ движется индукціонная катушка, связанная со стаціонарной массой маятника, и индуцированные токи отмѣчаются струннымъ гальванометромъ съ періодомъ колебанія 0.0015 сек. Этотъ послѣдній способъ регистраціи по идеѣ не отличается отъ электромагнитнаго метода, опубликованнаго княземъ Б. Б. Голицынымъ еще въ 1904 году.

Свои приборы Grunmach примѣнилъ къ измѣренію колебаній скалы, вызванныхъ паденіемъ громадныхъ массъ воды водопада въ Силезіи. Наблюденные періоды колебались въ предѣлахъ 0,0290 сек. — 0,0008 сек. Амплитуды — въ предѣлахъ 0,0019 $\frac{m}{m}$ — 0,00045 $\frac{m}{m}$.

Во время доклада князь Б. Б. Голицынъ демонстрировалъ на экранѣ фотографическіе снимки съ приборовъ Grunmach'a.

§ 85.

Князь Б. Б. Голицынъ поднялъ вопросъ о пересмотрѣ списка отдѣльныхъ лицъ и учреждений, которымъ высылаются изданія Комиссіи, и предложилъ пополнить этотъ списокъ именами нѣкоторыхъ лицъ, интересующихся дѣятельностью Комиссіи.

Предложеніе одобрено.

§ 86.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ о полученіи новыхъ бюллетеней отъ сейсмическихъ станцій въ Breslau и Batavia и предложилъ Комиссіи выразить благодарность названнымъ станціямъ съ просьбой о дальнѣйшей высылкѣ бюллетеней.

Предложеніе одобрено.

§ 87.

Секретарь Комиссии П. М. Никифоровъ доложилъ объ открытіи второклассной сейсмической станціи въ Пятигорскѣ, послѣдовавшемъ 6 октября сего 1909 года. Расходы по установкѣ приборовъ, въ размѣрѣ 109 р. 18 к., равно какъ и расходы по содержанію вновь открытой станціи втеченіе послѣдней четверти текущаго года, въ размѣрѣ 50 руб., были покрыты изъ средствъ, пожертвованныхъ нефтепромышленникомъ Манташевымъ на организацію сейсмическихъ наблюденій на Кавказѣ.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 88.

Секретарь Комиссии П. М. Никифоровъ доложилъ о ходатайствѣ передъ Сейсмической Комиссіей Директора Тифлисской Физической Обсерваторіи С. В. Глассека о выдачѣ, на основаніи постановленія Комиссии 22 августа 1908 года ¹⁾, 100 руб. г. Лозовому въ награду за успѣшное веденіе наблюденій на Боржомской сейсмической станціи.

Постановлено выдать г. Лозовому 100 руб., согласно предложенію С. В. Глассека.

§ 89.

Князь Б. Б. Голицынъ обратилъ вниманіе Комиссии на то, что сейсмическая станція въ Вѣрномъ прекратила съ нѣкотораго времени свою дѣятельность, причемъ Комиссія не была объ этомъ своевременно увѣдомлена, вслѣдствіе чего продолжалась высылка денегъ на содержаніе несуществующей станціи.

Прежній Секретарь Комиссии Э. В. Штеллингъ замѣтилъ при этомъ, что завѣдывавшій Вѣрненской Сейсмической Станціей г. Сикора извѣстилъ его о закрытіи лишь послѣ того, какъ самъ Э. В. Штеллингъ послалъ запросъ о положеніи дѣлъ на станціи, въ виду продолжительнаго отсутствія какихъ бы то ни было извѣстій оттуда.

Комиссія постановила обратиться къ Г. В. Левицкому съ просьбой сообщить, съ какого времени г. Сикора пересталъ доставлять матеріалы для Сейсмическаго Бюллетеня, другими словами, съ какого времени Вѣрненская Станція фактически прекратила свою дѣятельность; обсужденіе же дальнѣйшихъ шаговъ по этому дѣлу было отложено до получения отвѣта отъ Г. В. Левицкаго.

§ 90.

Комиссія обратила также вниманіе на чрезвычайно медленное исполненіе механикомъ Шульце въ Юрьевѣ заказанныхъ ему маятни-

¹⁾ Протоколъ засѣданія 22 авг. 1908 г. § 71.

ковъ и регистрирныхъ аппаратовъ, не смотря на то, что плата за приборы, въ размѣрѣ 2000 руб., была внесена механику Шульце впередъ.

Постановлено обратиться къ А. Я. Орлову съ просьбой выяснитъ состояніе заказа.

§ 91.

П. М. Никифоровъ доложилъ Комиссіи, что К. К. Матвѣевымъ представлена статья „О Бакинскихъ Сейсмическихъ Станціяхъ“ для помѣщенія ея въ изданіяхъ Комиссіи.

Ознакомившись съ содержаніемъ статьи К. К. Матвѣева, Комиссія постановила просить автора переработать и сократить статью.

§ 92.

Князь Б. Б. Голицынъ поднялъ вопросъ о желательности полной ревизіи дѣятельности второклассныхъ сейсмическихъ станцій, съ цѣлью всесторонне освѣтить ихъ современное состояніе и получить полезныя директивы для предстоящей реформы сейсмическихъ наблюденій въ Россіи.

Предложеніе князя Б. Б. Голицына было встрѣчено Комиссіей весьма сочувственно, причемъ большинство присутствовавшихъ членовъ Комиссіи высказалось за полную бесполезность сейсмическихъ станцій 2-го класса въ томъ видѣ, какъ онѣ теперь существуютъ.

Комиссія постановила обратиться къ Г. В. Левицкому, какъ Редактору сейсмическаго бюллетеня, съ просьбой дать свое заключеніе о результатахъ дѣятельности станцій 2-го класса; вмѣстѣ съ тѣмъ рѣшено запросить о дѣятельности этихъ станцій г. г. Директоровъ Тифлисской и Иркутской Физическихъ Обсерваторій С. В. Глассека и А. В. Вознесенскаго черезъ г. Директора Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

§ 93.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что Э. Л. Нобелемъ заказанъ механику при Физической Лабораторіи Императорской Академіи Наукъ г. Мазингу полный комплектъ приборовъ системы князя Б. Б. Голицына для сейсмической станціи въ Баку.

Принято къ свѣдѣнію.

§ 94.

Князь Б. Б. Голицынъ сообщилъ, что имъ получено письмо отъ проф. Ульянина въ Казани, въ которомъ проф. Улянинъ извѣщаетъ о желаніи Казанскаго Университета открыть у себя сейсмическую станцію и проситъ соотвѣтственныхъ указаній у кн. Голицына.

При этомъ князь Б. Б. Голицынъ замѣтилъ, что открытіе станціи въ Казани особенно желательно въ виду континентальнаго положенія

этой мѣстности и возможности поставить тамъ наблюденія надъ лунно-солнечнымъ притяженіемъ, причемъ есть надежда на то, что средства на эти наблюденія могли бы быть отпущены Международной Сейсмологической Ассоціаціей.

И. И. Померанцевъ предложилъ наблюденія надъ лунно-солнечнымъ притяженіемъ перенести въ Ташкентъ, Казанскую же сейсмическую станцію предназначить для чисто сейсмическихъ наблюденій.

А. Я. Орловъ возражалъ противъ возможности изслѣдованія въ Ташкентѣ лунно-солнечнаго притяженія, такъ какъ, вслѣдствіе непригодности помѣщенія, на Ташкентской сейсмической станціи непрерывно мѣняется положеніе равновѣсія маятниковъ; между тѣмъ какъ въ Казани, при созданіи новой станціи, можно будетъ соблюсти всѣ условія, необходимыя для точности названныхъ наблюденій.

Комиссія постановила просить князя Б. Б. Голицына выразить ея живѣйшее сочувствіе дѣлу открытія новой сейсмической станціи и обратиться къ проф. Ульянину съ предложеніемъ организовать въ Казани наблюденія надъ лунно-солнечнымъ притяженіемъ.

Приложение къ § 81 протокола засѣданія 27-го ноября 1909 года.

Вліяніе микросейсмическихъ колебаній и атмосфер- наго давленія на выдѣленіе гремучаго газа.

Резюме доклада, прочитаннаго горн. инж. К. И. Гамовымъ 27 ноября 1909 г.
въ Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи).

СОСТАВЛЕНО АВТОРОМЪ.

Для доказательства существующей тѣсной зависимости между микросейсмическими колебаніями земной коры и выдѣленіями рудничнаго газа, или, какъ принято его называть, — гремучаго газа, К. И. Гамовъ демонстрировалъ цѣлую серію діапозитивовъ изъ наблюденій М. Поморцева надъ скоростью атмосфернаго воздуха и барометрическимъ давленіемъ въ связи съ склоненіями солнца и луны, а также изъ наблюденій горн. инженера G. Chesneau во Франціи.

Микросейсмическія колебанія, совмѣстно съ пониженнымъ атмосфернымъ давленіемъ, способствуютъ внезапному и быстрому выдѣленію гремучаго газа, въ особенности, если напластованіе нарушено, и имѣются сдвиги, сбросы, изломы, складки и т. п.

На основаніи работъ Hobbs'a, Montessus de Ballore'a и Petau de Maulette'a, докладчикъ говоритъ, что всѣ большія землетрясенія сопровождаются сбросами, сдвигами и вообще измѣненіями географической структуры мѣстности, а всѣ остальные, въ большинствѣ случаевъ, сопровождаются образованіемъ трещинъ, преимущественно въ *меридіанальномъ* и въ *сѣверозападномъ* направленіи.

Ссылаясь на наблюденія, сдѣланныя М. М. Поморцевымъ во время своихъ 50 полетовъ на воздушномъ шарѣ, — измѣренія скорости и направленія вѣтра и азимутовъ изобаръ, въ зенитѣ даннаго мѣста, М. Поморцевъ производилъ помощью изобрѣтеннаго имъ же теодолита — а также прини-

мая во вниманіе работы De Rossi, De Chancourtois, Walton Brown'a, G. Chesneau, Hecker'a, князя Б. Б. Голицына и др. докладчикъ пришелъ къ заключенію, что *земная кора имѣетъ постоянное волнообразное движеніе, вполне аналогичное морскимъ и воздушнымъ теченіямъ, и притомъ въ тѣсной зависимости отъ атмосфернаго давленія и склоненій луны и солнца.*

Разъ это такъ, то мы имѣемъ полную возможность, при существованіи чувствительнѣйшаго сейсмографа системы князя Б. Б. Голицына, точно предвидѣть возможность внезапнаго быстрого выдѣленія гремучаго газа, по аналогіи съ предсказаніями вихрей, тифоновъ и пр. Манильской сейсмометрической станціей.

Особенное значеніе докладчикъ придаетъ суточному распредѣленію атмосфернаго давленія на разныхъ широтахъ отъ экватора до 60° с. ш., когда *минимум* атм. давл. всегда въ 4 ч. до и послѣ полудня. Всѣ землетрясенія, взрывы гремучаго газа (вѣрнѣе — выдѣленія грем. газа), вихри, тифоны, грозы сопровождаются сильнымъ паденіемъ баром. давл. въ 4 ч. до или послѣ полудня.

К. И. Гамовъ.



Über ein neues schweres Horizontalpendel mit mechanischer Registrierung für seismische Stationen zweiten Ranges.

VON FÜRST B. GALITZIN.

Einleitung.

Bei dem jetzigen Stande der seismologischen Wissenschaft ist es unbedingt notwendig, um eine tiefere und eingehendere Kenntnis der verschiedenen Einzelheiten der wahren Bodenbewegung beim Eintreffen von Erdbenenwellen zu gewinnen, auf seismischen Stationen ersten Ranges möglichst vollkommene Seismographen zu benutzen und nach Möglichkeit darnach zu streben, alle diejenigen störenden Einflüsse, welche die Ableitung der wahren Bodenbewegung erschweren, zu beseitigen. Vor allen Dingen müssen die aufgestellten Apparate wirklich der Grunddifferentialgleichung der Pendelbewegung entsprechen, unter anderem muss ihre Eigenperiode ohne Dämpfung von der Amplitude der Ausschläge unabhängig und das Moment der dämpfenden Kräfte wirklich proportional der Winkelgeschwindigkeit sein; auch müssen die Instrumente, um den störenden Einfluss ihrer Eigenbewegung zu beseitigen, möglichst stark gedämpft sein und dabei noch eine hohe Empfindlichkeit besitzen¹⁾.

Was nun die Art und Weise der Registrierung anbelangt, so ist

¹⁾ Es sei hier bemerkt, dass die in Pulkowa aufgestellten aperiodischen Seismographen unter Anwendung der galvanometrischen Registriermethode diesen Bedingungen im grossen und ganzen genügen.

Man vergleiche meinen Aufsatz: «Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mitteilung». Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente T. III. Livr. 2. (1909). St.-Petersbourg.

zweifelloos die optische der mechanischen vorzuziehen, da diese letztere zu viel Unbestimmtheit mit sich führt.

Die reibenden Kräfte bei der Fortbewegung des Schreibstiftes auf dem berussten Papier sind im hohen Maasse veränderlich; weiter ist das Dämpfungsverhältnis in diesem Falle keineswegs eine konstante Grösse, sondern es ändert seinen Wert mit der Amplitude der Ausschläge; ferner bedarf die Grundgleichung der Pendelbewegung die Einführung einer gewissen Korrektionsgrösse für die Reibung des Schreibstiftes, auf welche Frage ich später näher eingehen werde. Dieses alles führt erhebliche Komplikationen ein und erschwert ganz bedeutend die Ableitung der richtigen Elemente der wahren Bodenbewegung.*

Auf seismischen Stationen ersten Ranges, wo man wirklich auf möglichst genaue Resultate Gewicht legt, müsste man freilich auf die mechanische Registrierung verzichten.

Anders steht es mit seismischen Stationen zweiten Ranges, die gewöhnlich in der Nähe gewisser Schüttergebiete errichtet werden. Dort kommt es nicht so viel auf die Ableitung der genauen Elemente der Bodenbewegung an, als vielmehr darauf, möglichst viele, aber doch unbedingt zuverlässige Daten über die Ausbreitung eines Bebens zu sammeln. Wegen der verhältnismässig hohen Betriebskosten bei der optischen Registrierung muss auf dieselbe bei solchen Stationen zweiten Ranges verzichtet werden und man sieht sich gezwungen, die viel weniger vollkommene mechanische Registrierung anzuwenden.

Ich habe mir nun dementsprechend die Aufgabe gestellt, einen Seismographen für Horizontalverschiebungen zu konstruieren, welcher möglichst einfach, billig und bequem in der Handhabung und trotz der Anwendung der mechanischen Registrierung doch imstande sein soll, ziemlich genaue Werte für die Amplitude der wahren Bodenverschiebung zu liefern. Derselbe sollte aus bekannten Gründen auch stark gedämpft sein, zu welchem Zweck ich mich ohne irgend welchen Zweifel sofort für die magnetische Dämpfung entschlossen habe, da diese Dämpfungsart, wie ich mich seit-lange in der Praxis überzeugt habe, besonders einfach, bequem und billig ist¹⁾; ausserdem entspricht sie auf Grund der bekannten Induktionsgesetze wirklich den Forderungen der Hauptdifferentialgleichung der Pendelbewegung, was bei einigen Arten der Luftdämpfung, welche ausserdem, wenn sie einigermaassen gross sein soll, eine sehr feine Einregulierung erfordert,

¹⁾ Die beiden dazu nötigen vierschichtigen permanenten Magnete aus Wolframstahl, mit welchen man ein 100 Kilogramm schweres Horizontalpendel bei einer nicht zu kleinen Eigenperiode aperiodisch machen kann, kosten bei Hartmann und Braun in Frankfurt-Bockenheim nur 48 Mark.

mir sehr zweifelhaft erscheint. Weiter halte ich es für prinzipiell notwendig, die Registrierung beider Komponenten der Erdoberflächenverschiebung nicht in einem einzigen Apparat aufzunehmen, sondern dieselben von zwei ganz getrennten Apparaten aufschreiben zu lassen. Ich habe sehr grosse und, ich glaube, auch berechtigte Bedenken gegen die Zerteilung der Bewegung irgend welches Seismographen in zwei Komponenten, da infolge gewisser Reibungsverhältnisse diese beiden Bewegungen nicht ganz unabhängig von einander sein werden.

Als Prototyp für diesen meinen Seismographen habe ich das Horizontalpendel genommen.

Um den störenden Einfluss der veränderlichen Reibung herabzusetzen, habe ich mich für eine Masse von ca. 100 Kilogramm entschlossen. Je grösser die Masse ist, desto weniger machen sich selbstverständlich verschiedene störende Einflüsse der Reibung geltend; ich hielt es aber für überflüssig, bei der von mir zugrunde gelegten Vergrösserung etwa 45 (für unendlich kleine Wellenperioden) zu übertrieben schweren Massen überzugehen. Das Hantieren mit kolossalen Massen ist sehr umständlich und es hat sich auch gezeigt, dass dieselben hier gar nicht erforderlich sind, da man mit einem 100 Kilogramm-Pendel, wie es die später mitzuteilenden Versuche gezeigt haben, sehr gut auskommen kann.

Da das Pendel stark gedämpft sein sollte, so musste zur Vermehrung der Empfindlichkeit der Registrierung eine Vergrösserungsvorrichtung angebracht werden.

Es ist nun eine bekannte Tatsache, dass alle Hebelübertragungen in den regelmässigen Betrieb verschiedener Instrumente grosse Störungen mitbringen. Deshalb wurde auf die Konstruktion dieser Vergrösserungsvorrichtung besondere Aufmerksamkeit gelenkt. Besonders schwierig ist die unmittelbare Verbindung des Pendels mit dem kurzen Arm des Vergrösserungshebels. Die Anwendung einer Gabelverbindung war von vornherein auszuschliessen, da dieselbe entweder einen toten Gang besitzt oder den üblen Umstand, dass der eingreifende Stift öfters festgeklemmt wird, wodurch die ganze Vorrichtung zuweilen gänzlich versagt.

Nach vielem Hin- und Herprobieren, — es wurde unter anderem auch eine magnetische Koppelung versucht —, liess sich eine Vergrösserungsvorrichtung konstruieren, die ausserordentlich leicht ist, keinen toten Gang hat und eine sehr sichere Verbindung mit dem Pendelarm selbst herstellt. Diese Verbindung beweist damit ihre freie Beweglichkeit, dass ihre Einschaltung die Eigenperiode des Pendels, wie wir es weiter sehen werden, recht wenig beeinflusst, was bei anderen Arten von Hebelübertragungen bekanntlich keineswegs zutrifft, da die Eigenperioden der Instrumente mit und

ohne Hebelübertragungen zuweilen ganz erheblich von einander abweichen.

Das vom Mechaniker am Physikalischen Laboratorium der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St.-Petersburg Herrn Masing nach meinen Angaben konstruierte Pendel war seinem Prinzip nach eine Art eines Omori-Bosch'schen Pendels, nur die beiden nach oben gehenden Drähte wurden infolge der grossen Pendelmasse durch Stahlbänder ersetzt.

Das Hauptgewicht legte ich auf die zweckmässigste Konstruktion des unteren Stützpunktes.

Das Aufrufen des Pendels auf einer Spitze habe ich von vornherein aufgegeben. Es ist in der Tat leicht einzusehen, dass bei dieser Art Pendel bei einigermaassen grosser Pendelmasse der Druck auf die Spitze ein sehr grosser sein muss¹⁾. Infolgedessen erfährt diese Spitze gewisse Deformationen; sie wird abgestumpft, wodurch die Empfindlichkeit des Pendels viel einbüsst. Ausserdem können dabei Störungen in der Ruhelage und auch in der Periode des Pendels eintreten. Ich halte deshalb diese Art der Aufhängung von Horizontalpendeln, wenn die Masse derselben einigermaassen gross ist, für durchaus unzweckmässig. Selbst bei einem ganz leichten Horizontalpendel von nur etwa 64 gr. Masse nach dem Rebeur-Paschwitz'schen Typus mit Zweispitzenaufhängung habe ich eine mit der Zeit eintretende Abstumpfung der Spitzen wahrgenommen, wodurch die Empfindlichkeit der Registrierung dieses Pendels besonders gegen längere Perioden der Bebenwellen vermindert wurde²⁾. Diese Abflachung der Spitzen liess sich nach einiger Zeit von Tätigkeit sehr deutlich unter einem Mikroskop erkennen.

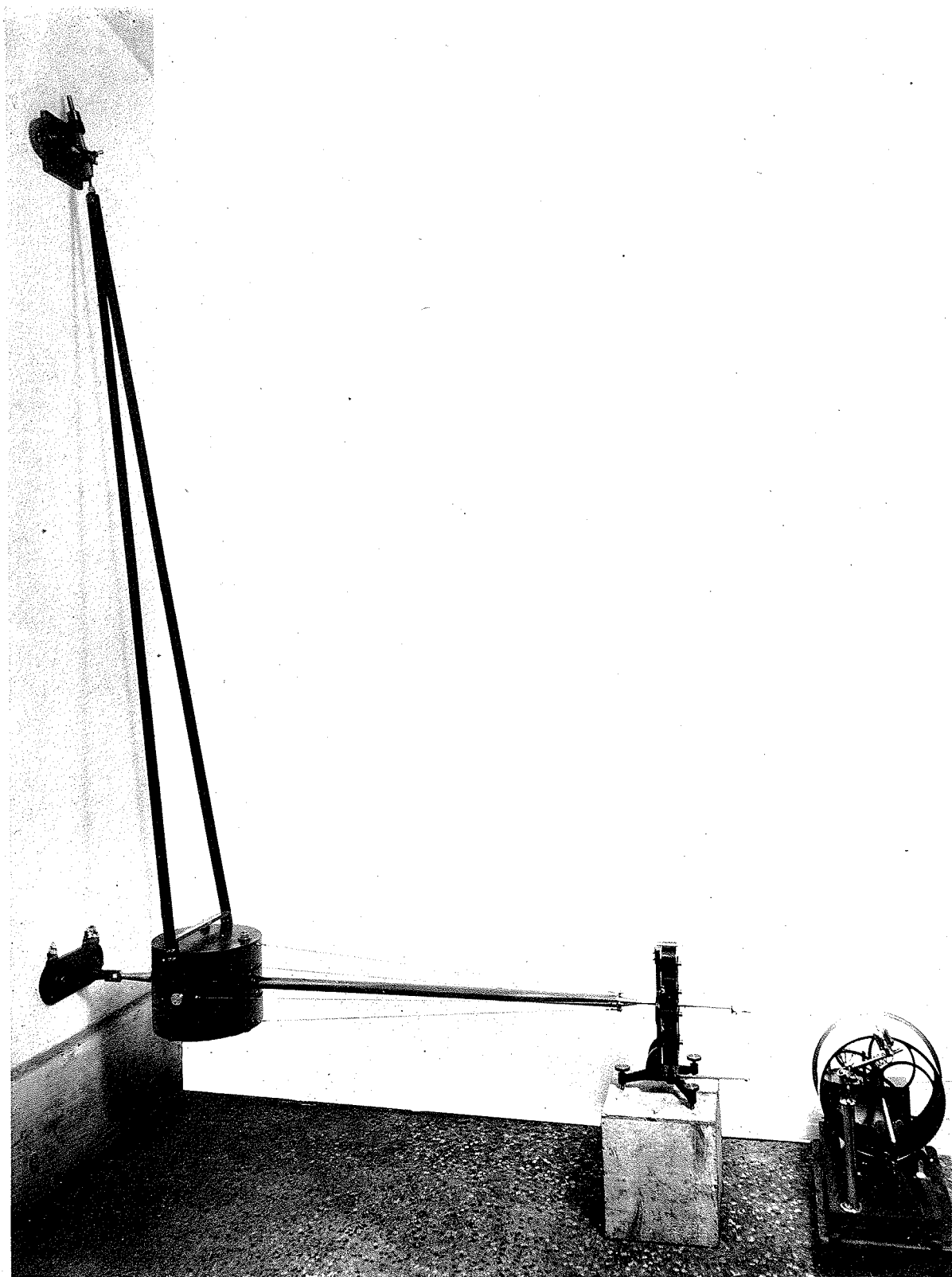
Für den unteren Befestigungspunkt des Pendels wurde eine dünne Stahllamelle genommen, etwa nach der Art, wie Dr. Mainka es vorgeschlagen hat, aber in einer anderen und etwas bequemeren Ausführung. Diese Art der Aufhängung hat sich in der Tat sehr gut bewährt und scheint überhaupt eine sehr zweckmässige zu sein.

In dem folgenden Paragraphen werde ich nun eine mehr detaillierte Beschreibung dieser Art Pendel geben.

¹⁾ Siehe z. B. meine Abhandlung «Ueber eine Abänderung des Zöllner'schen Horizontalpendels». Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. II. Livr. 3. St.-Petersbourg.

²⁾ Siehe «Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa». Zweite Mitteilung. L. c.

Fig. 1.



ohne Hebelübertragungen zuweilen ganz erheblich von einander abweichen.

Das vom Mechaniker am Physikalischen Laboratorium der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St.-Petersburg Herrn Masing nach meinen Angaben konstruierte Pendel war seinem Prinzip nach eine Art eines Omori-Bosch'schen Pendels, nur die beiden nach oben gehenden Drähte wurden infolge der grossen Pendelmasse durch Stahlbänder ersetzt.

Das Hauptgewicht legte ich auf die zweckmässigste Konstruktion des unteren Stützpunktes.

Das Aufrufen des Pendels auf einer Spitze habe ich von vornherein aufgegeben. Es ist in der Tat leicht einzusehen, dass bei dieser Art Pendel bei einigermaassen grosser Pendelmasse der Druck auf die Spitze ein sehr grosser sein muss¹⁾. Infolgedessen erfährt diese Spitze gewisse Deformationen; sie wird abgestumpft, wodurch die Empfindlichkeit des Pendels viel einbüsst. Ausserdem können dabei Störungen in der Ruhelage und auch in der Periode des Pendels eintreten. Ich halte deshalb diese Art der Aufhängung von Horizontalpendeln, wenn die Masse derselben einigermaassen gross ist, für durchaus unzuweckmässig. Selbst bei einem ganz leichten Horizontalpendel von nur etwa 64 gr. Masse nach dem Rebeur-Paschwitz'schen Typus mit Zweispitzenaufhängung habe ich eine mit der Zeit eintretende Abstumpfung der Spitzen wahrgenommen, wodurch die Empfindlichkeit der Registrierung dieses Pendels besonders gegen längere Perioden der Bebenwellen vermindert wurde²⁾. Diese Abflachung der Spitzen liess sich nach einiger Zeit von Tätigkeit sehr deutlich unter einem Mikroskop erkennen.

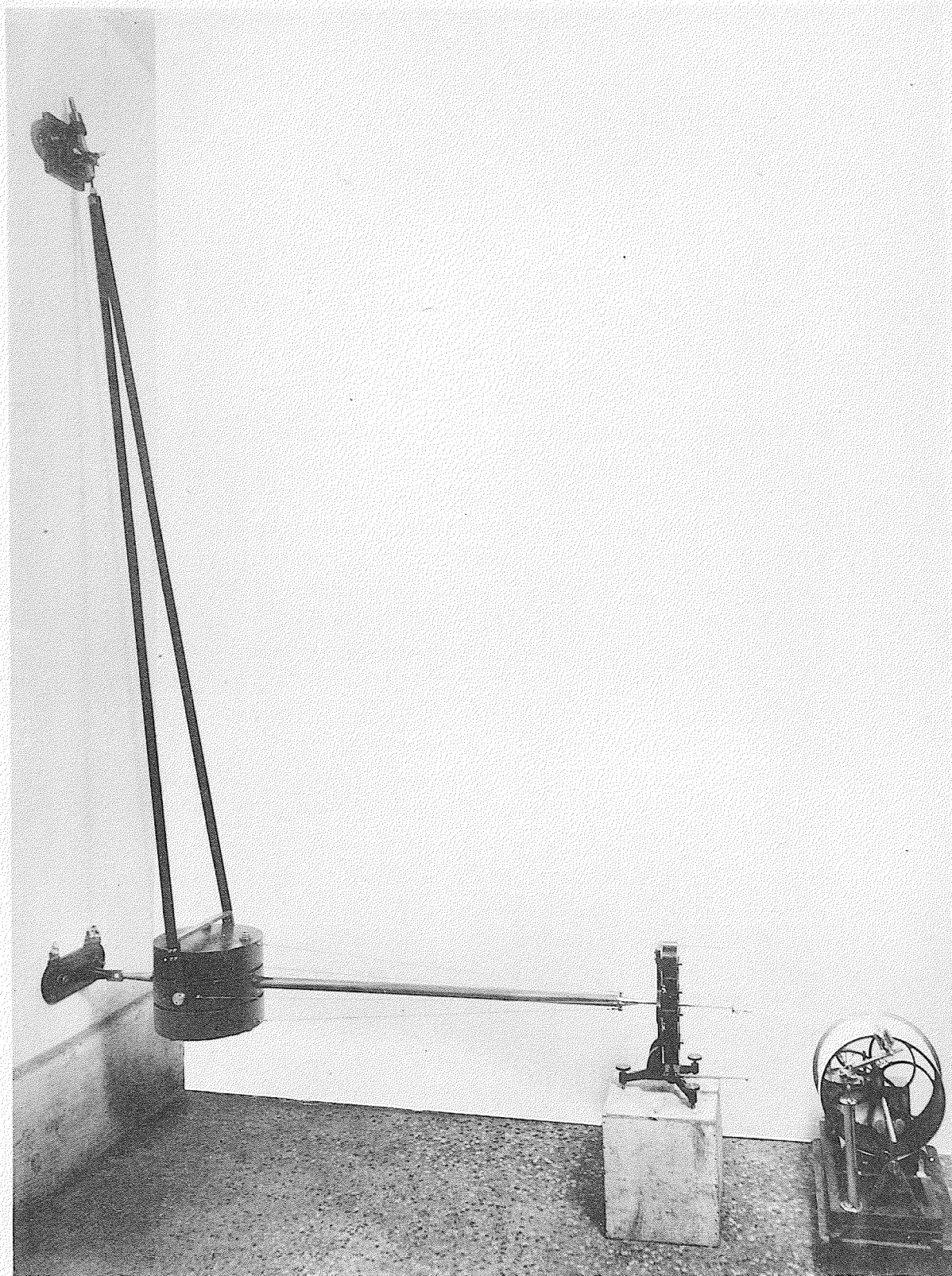
Für den unteren Befestigungspunkt des Pendels wurde eine dünne Stahllamelle genommen, etwa nach der Art, wie Dr. Mainka es vorgeschlagen hat, aber in einer anderen und etwas bequemeren Ausführung. Diese Art der Aufhängung hat sich in der Tat sehr gut bewährt und scheint überhaupt eine sehr zweckmässige zu sein.

In dem folgenden Paragraphen werde ich nun eine mehr detaillierte Beschreibung dieser Art Pendel geben.

¹⁾ Siehe z. B. meine Abhandlung «Ueber eine Abänderung des Zöllner'schen Horizontalpendels». Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. II. Livr. 3. St.-Petersbourg.

²⁾ Siehe «Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa». Zweite Mitteilung. L. c.

Fig. 1.



§ 1.

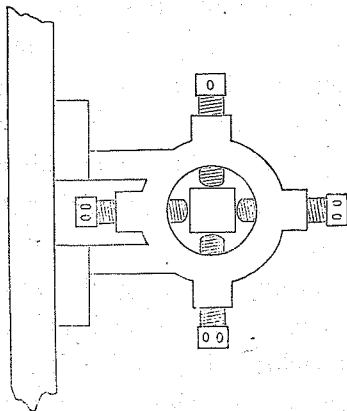
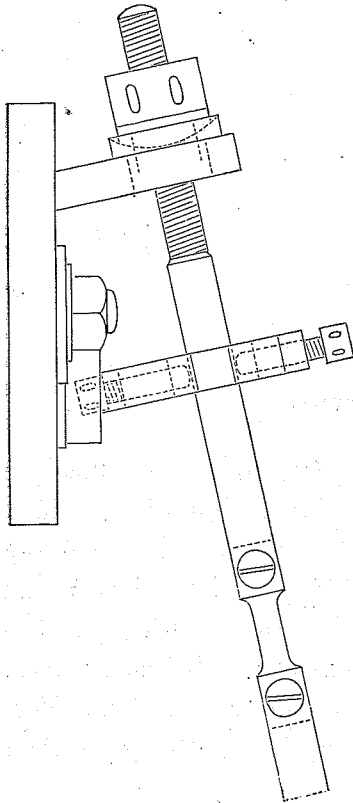
Beschreibung des Instruments.

Die Fig. 1 gibt die Reproduktion einer photographischen Aufnahme des Pendels wieder. Der Registrierapparat ist ein provisorischer, es lässt sich aber dazu jeder beliebige anwenden, nur muss derselbe eine genügend grosse Drehgeschwindigkeit (mindestens $15\text{--}20^{\text{m}}/\text{m}$ in der Minute) und einen genügend gleichmässigen Gang besitzen. Das sind allerdings Bedingungen, die für die zweckentsprechende Auswertung von Seismogrammen als unerlässlich zu betrachten sind; leider wird zur Zeit auf die Vervollkommenung der Registrierteile der Seismographen zu wenig Gewicht gelegt.

Der Apparat besitzt kein eigentliches Stativ; es werden einfach oben und unten an der Wand zwei massive gusseiserne Platten befestigt, an denen die Aufhängevorrichtungen angebracht sind. Dadurch gewinnt der Apparat sehr viel an Einfachheit und Billigkeit. Da ich für dieses Pendel die Bedingung der Stabilität und der Möglichkeit, auf lange Eigenperioden einzustellen, forderte, so müsste das Stativ, wenn dasselbe gebaut werden sollte, sehr hoch und folglich, der grossen Pendelmasse wegen, sehr massiv sein, was jedoch sehr umständlich und unbequem wäre. Man muss aber dabei darauf Acht geben, dass die Wand, an welcher das Pendel aufgehängt wird, keinen sehr grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Es darf nicht z. B. eine Aussenwand sein. Es ist dabei garnicht erforderlich, dass die Wand streng vertikal sei, da man durch Unterlegen von passend dicken Metallplatten den Befestigungspunkten immer die richtige Lage geben kann.

Die Pendelmasse selbst von etwa 110 Kilogramm Gewicht besteht aus 3 gusseisernen runden Platten (Halbdurchmesser jeder Platte 14,85 cm., Dicke 7,4 cm.), die durch drei vertikale Bolzen festgehalten werden. Beim Aufstellen des Pendels liegt die Axe dieser Platten etwa vertikal, sodass die Pendelmasse einen vertikal stehenden Zylinder darstellt. Von den Seiten

Fig. 2.



dieser Pendelmasse gehen die beiden erwähnten Stahlbänder nach oben. Dieselben sind unten an einem Bügel angeschraubt, welcher Durchbohrungen besitzt, in die eine horizontale Axe, deren Verlängerung durch den Schwerpunkt der Pendelmasse hindurchgeht, hineingreift, wodurch die Drehbarkeit der Masse um diese Axe erzielt wird. Diese Bänder laufen nach oben zusammen und werden dort an einer kleinen flachen Stahlfeder befestigt, die selbst zwischen zwei kleinen Platten mittelst besonderer Schrauben eingeklemmt ist.

Diese Klemmstelle bildet eben den oberen Befestigungspunkt des Pendels. Die Entfernung dieses Punktes bis zum Schwerpunkt des Pendels beträgt 228,0 cm.

Diese obere Klemmvorrichtung wird an einer Stahlstange befestigt, welche durch einen Ring hindurchgeht und nach oben und unten verschoben werden kann, wodurch man die Lage des oberen Stützpunktes verändern und dadurch das Pendel auf die gewünschte Periode einstellen kann.

Diese Stange wird in dem oben erwähnten Ring durch besondere Schrauben festgehalten. Die entsprechende Anordnung wird aus der Figur 2 ersichtlich.

Zwei Seitenschrauben gestatten dem ganzen System Seitenverstellungen zu geben, um die Pendelstange, die zur Registriervorrichtung geht, in die richtige Lage zu bringen. Zwei andere dienen dazu, den Stützpunkt nach vorn oder hinten zu verschieben und so die Periode zu regulieren.

Die Einrichtung der unteren Befestigung, auf die es bei dieser Art von Pendeln

sehr ankommt, wird aus den folgenden Figuren 3 und 4 ersichtlich.

Fig. 3 gibt eine Ansicht dieser Einrichtungen von der Seite und Figur 4 von oben, wobei zur besseren Anschaulichkeit bei jeder die

Fig. 3.

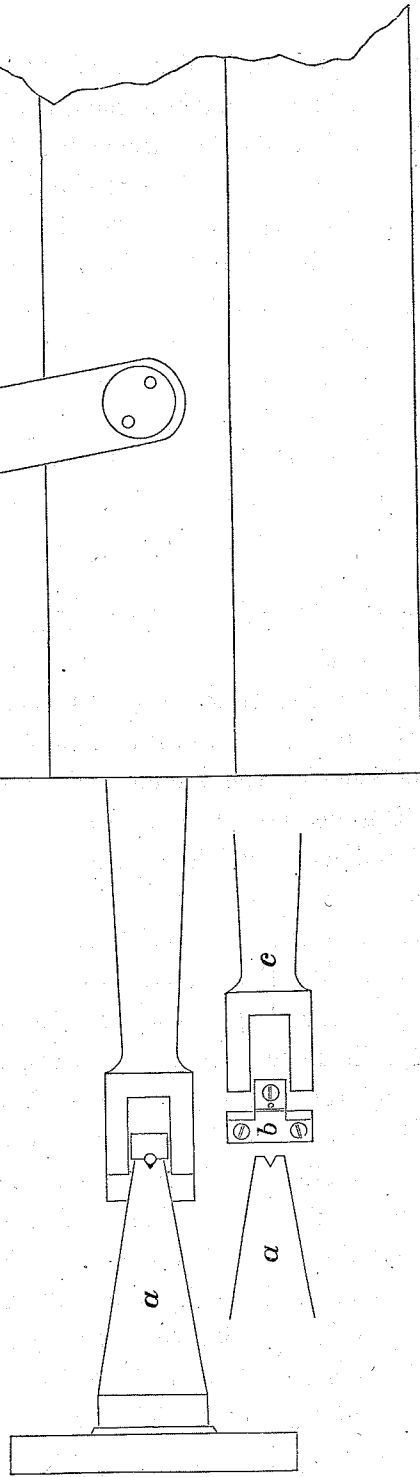
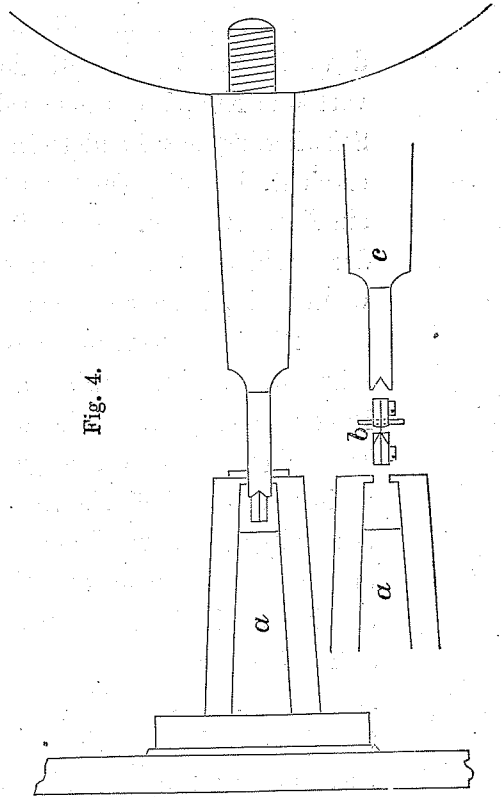


Fig. 4.



einzelnen Teile noch getrennt, und auseinander geschoben gezeichnet sind.

Wie man aus diesen Skizzen ersieht, ist der Teil *b*, welcher eigentlich als Drehungspunkt dient, herausnehmbar und kann nach Bedarf ausgewechselt werden. Das Stück *a* bildet denjenigen Teil, welcher fest an die Wand geschraubt wird. Es ist vorne gabelförmig und besitzt eine horizontale Nute zur Aufnahme des erwähnten Zwischenstückes *b*, welches von besonderer Wichtigkeit ist. *b* selbst enthält eine Stahllamelle von $0,13\frac{m}{m}$ Dicke, $10,5\frac{m}{m}$ Höhe und ca. $0,5\frac{m}{m}$ Spielraum der Drehungsaxe. Diese Lamelle ist zwischen eisernen Klammern mittelst Schrauben befestigt. Die Klammern werden auf der einen Seite durch einen horizontalen Stift durchsetzt, das breitere Paar endet dagegen auf der Seite des freien Spielraumes in einer vertikalen Schneide. Am Pendelgewicht ist ein gabelförmiger Ansatz *c* angebracht, der mit einer vertikalen Nute versehen ist. Bei der Zusammenstellung des Pendels verfährt man inbezug auf den unteren Drehungspunkt folgendermaassen.

Wenn die obere Aufhängung in Ordnung gebracht ist, soll der Teil *c* auf *a* einfach sich stützend aufrufen.

Man nimmt das Stück *b*, hebt das Gewicht etwas nach rechts, setzt den Stift von *b* gegen die horizontale Nute von *a* und lässt vorsichtig die vertikale Nute von *c* gegen die Schneide von *b* sinken. Damit ist die freie Schwingung des Pendels in Gang gesetzt. Durch diese Einrichtung wird erreicht, dass alle Teile der Stahllamelle gleich stark gespannt werden und ein Zerreißen derselben nicht mehr so sehr zu befürchten ist. Diese Art der Verbindung ist insofern noch bequem und zweckmässig, da man immer, wenn nötig, in sehr einfacher Weise die Feder auswechseln kann.

Diese Konstruktion des unteren Stützpunktes des Pendels hat sich als sehr zweckmässig erwiesen. Da die Feder sehr kurz ist, erhält man in der Praxis einen ganz bestimmten unteren Drehungspunkt des Pendels. In der Tat haben die weiter mitzuteilenden Versuche gezeigt, dass die Pendelperiode als unabhängig von den Amplituden der Ausschläge zu betrachten ist; weiter bleibt das Dämpfungsverhältnis des freien Pendels sehr konstant und wenn es einmal auf eine bestimmte Periode eingestellt ist, so behält es dieselbe in höchst befriedigender Weise bei, selbst wenn die Periode sehr gross genommen wird. Es lassen sich in der Tat bei diesem Pendel sehr lange Perioden etwa bis 90 Sekunden in allereinfachster Weise herstellen, wie sie für seismometrische Beobachtungen eigentlich nur selten nötig sind. Dies alles beweist, dass die beschriebene Anordnung ganz zutreffend ist, da die Lage der Drehungsaxe des Pendels unverändert bleibt.

Jetzt gehe ich zur Beschreibung der Registriervorrichtung über.

Fig. 5.

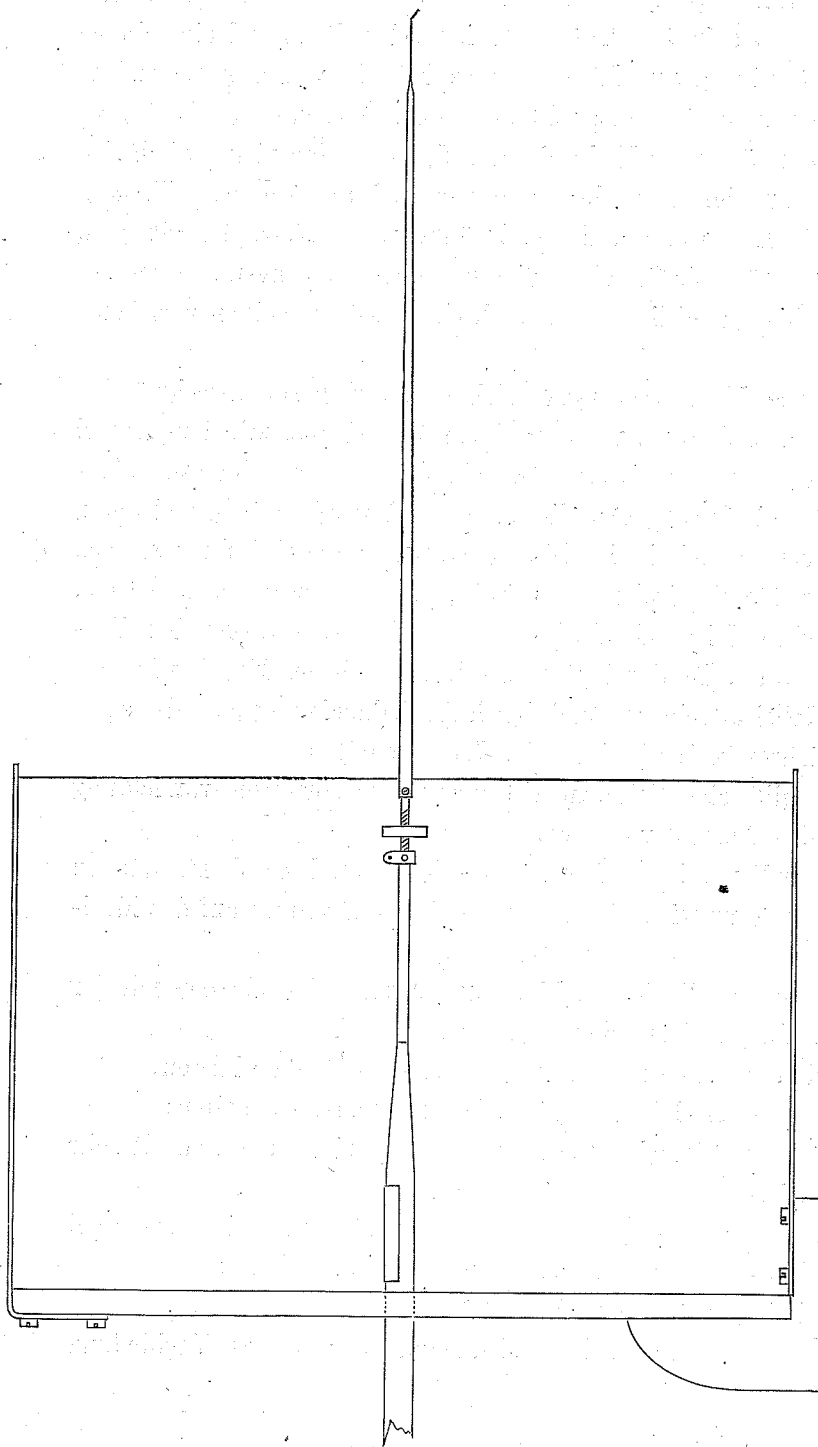
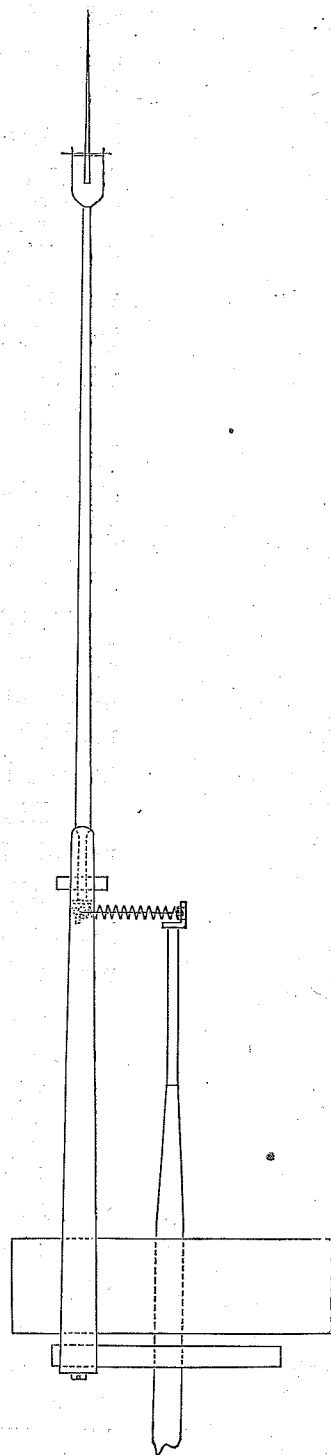


Fig. 6.



An der vorderen Seite der Pendelmasse wird ein 1 m. langes Messingrohr angebracht, von $31,0 \frac{\text{m}}{\text{m}}$ innerem Durchmesser und $0,7 \frac{\text{m}}{\text{m}}$ Wanddicke, welches gegen sein äusseres Ende konisch zuläuft und eine dünne Fortsetzung trägt (die ganze Länge dieses Hebels von der Oberfläche des Gewichtes bis zum Angriffspunkt des Vergrösserungshebels betrug 129,1 cm.). An dem äusseren Ende dieses Rohres werden vier Stahldrähte befestigt, welche zu der Pendelmasse gehen und am äusseren Umfang derselben angeschraubt werden. Diese Drähte werden stramm gezogen, wodurch für eine genügende Starrheit dieser langen Messingstange gesorgt ist und die Möglichkeit merklicher Eigenschwingungen derselben vermieden wird.

Die eigentliche Vergrösserungsvorrichtung, auf deren zweckmässige Konstruktion es sehr ankommt, wird an einem besonderen, mit dem Pendel selbst nicht in Verbindung stehenden Gestell, welches die beiden dämpfenden Magnete trägt, befestigt. An diesem Gestell werden oben und unten zwei nach vorn herausragende kleine Messingstreifen angeschraubt, zwischen denen ein dünner Messingdraht von $0,13 \frac{\text{m}}{\text{m}}$ Durchmesser und 32,4 cm. Länge gespannt wird. Dieser Draht bildet eben die Drehungsaxe der Vergrösserungsvorrichtung. In der Mitte desselben (nach der Höhe) wird der ungleicharmige Hebel angebracht und durch Ausbalanzierung mittelst eines kleinen Laufgewichtes in der horizontalen Lage gehalten.

Die Fig. 5 gibt eine Seitenansicht dieser Vergrösserungsvorrichtung und die Fig. 6. eine Ansicht von oben.

Alle Teile sind möglichst leicht. Durch Anwendung dieses dünnen Drahtes als Drehungsaxe wird die Reibung bei der Drehung auf das Minimum reduziert.

Jetzt kommt es auf die Verbindung des kürzeren Hebelarmes mit der Pendelstange an. Dies ist die allerschwierigste Sache.

Diese Verbindung muss folgenden Bedingungen Genüge leisten:

- 1) Sie muss äusserst leicht sein und fast reibungslos arbeiten;
- 2) die Einführung derselben darf die Eigenperiode des Pendels sehr wenig beeinflussen¹⁾;
- 3) diese Verbindung muss eine ganz sichere sein und nicht eventuell versagen, wie es bei den Gabelverbindungen öfters der Fall ist;
- 4) sie darf keinen toten Gang besitzen.

Nach vielen Bemühungen liess sich endlich eine Art Verbindung

¹⁾ Es ist eine bekannte Tatsache, dass bei vielen Pendeln mit Vergrösserungsvorrichtungen die Einführung einer solchen die Eigenperiode der Schwingungen des freien Pendels in ganz erheblicher Weise herabsetzt.

herstellen, die allen diesen Anforderungen genügt und die fast tadellos funktioniert.

Dieselbe ist an den Figuren 5 und 6 ersichtlich.

Am Ende der früher erwähnten Pendelstange und dem des kürzeren Hebelarmes werden an der Seite einander gegenüber zwei kleine Achathütchen befestigt. Der Vergrößerungshebel wird an die Seite gestellt und sein kürzerer Arm mit einer sehr dünnen und leichten Spiralfeder aus Messing, die an der Seite angebracht wird, mit der Pendelstange verbunden. Dann wird eine Stahlnadel mit den Spitzen in die Hütchen geschoben, von einer Länge, dass die dünne Spirale nur sehr leicht gespannt ist und die Nadel selbst nicht herausfallen kann. Somit ist die Verbindung hergestellt.

Dieselbe hat sich in allerbefriedigendster Weise bewährt, wie die weiter mitzuteilenden Versuche es bewiesen haben.

Am Ende des längeren Hebelarmes wird in üblicher Weise eine ausbalanzierte, um eine horizontale Axe drehbare Schreibfeder angebracht. Als Material für die Schreibfeder habe ich Horn gewählt, da eine solche Feder am Papier sehr geringe Reibung besitzt. Elfenbein wäre vielleicht noch besser gewesen.

Der kürzere Hebelarm darf nicht zu klein genommen werden, sonst können leicht Störungen in dem regelmässigen Betriebe des Instruments eintreten. Ich habe denselben etwa 30 cm lang gewählt und mich mit einer Hebelvergrößerung von etwa 10 begnügt. Da die Vergrößerung des Pendels selbst, d. h. das Verhältnis der Entfernung L des Endes der Pendelstange bis zur Drehungsaxe zur reduzierten Pendellänge l etwa $4\frac{1}{2}$ beträgt, so ergibt sich die totale Vergrößerung des Instruments (für unendlich kleine Perioden der Bebenwellen) etwa gleich 45.

Diese Vergrößerung halte ich für Instrumente, die auf seismischen Stationen zweiten Ranges aufgestellt sein sollen, als genügend¹⁾. Nötigenfalls könnte dieselbe durch Änderung des Verhältnisses der Hebelarme leicht vergrößert werden. Sollte aber der Apparat zur Erforschung von Nahbeben in einem seismischen Gebiet verwendet werden, so könnte man eventuell die Vergrößerungsvorrichtung einfach ausschalten und den Schreibstift am Ende der langen Pendelstange anbringen.

Auf eines möchte ich noch aufmerksam machen. Wenn das Pendel in einem Ort aufgestellt ist, wo der Strassenverkehr sich bemerkbar macht, so zittert die Schreibfeder etwas in der vertikalen Richtung. Dies ist insofern

¹⁾ Man bedenke, dass bei den Milne'schen Pendeln, die so verbreitet sind, die Vergrößerung nur etwa 7 beträgt.

günstig, da es die Reibung des Schreibstiftes am berussten Papier verkleinert¹⁾.

Die Dämpfung an diesem Pendel war eine magnetische, mit Hilfe zweier kleiner, hufeisenförmiger, vierschichtiger, permanenter Magnete aus Wolfram-Stahl, die mir von der Firma Hartmann und Braun in Bockenheim bei Frankfurt a/M. geliefert wurden.

Die Dimensionen derselben waren die folgenden:

Höhe jedes Magneten 14,9 cm.,

Jede Polfläche $3,8 \times 3,2$ □ cm.,

Entfernung der Mitten der Pole für jeden Magneten 7,1 cm.

Diese Magnete wurden an einem besonderen, mit dem Pendel nicht in Verbindung stehenden Gestell einer über dem anderen angebracht, sodass die ungleichnamigen Pole derselben einander gegenüber zu stehen kamen. Die Magnete wurden mittelst je zweier kleiner, aussen sich befindender Messingklammern in ihrer Lage festgehalten, welche mittelst Schrauben an dem Gestell befestigt waren. Wurden diese Schrauben etwas gelöst, so konnte man die Magnete in vertikaler Richtung mit Hilfe einer besonderen vertikalen Schraube verschieben und somit die einander gegenüber liegenden Pole auf eine beliebige Distanz einstellen. Durch diese Verschiebung der Pole kann man die Stärke der Dämpfung in allereinfachster Weise variieren.

Zwischen den Polen dieser Magnete konnte sich eine möglichst eisenfreie Kupferplatte, die am Ende der Pendelstange befestigt war, frei bewegen.

Die Dimensionen dieser Kupferplatte waren die folgenden:

Länge 13,05 cm.

Breite 3,94 »

Dicke $5,0 \frac{m}{m}$.

Diese Art Dämpfung bietet manche sehr erheblichen Vorteile dar.

Erstens erfordert sie keine sehr feinen Einstellungen, da zwischen den Magnetenpolen und der Oberfläche der Kupferplatte immer ein genügend grosser Spielraum frei bleibt. Eine Berührung der Platte mit den Magnetenpolen ist also nicht zu befürchten.

¹⁾ Es sei daran erinnert, dass Marwin, um die Reibung zu vermindern, eine Vorrichtung konstruiert hat, um dieses Erzittern mittelst eines Elektromagneten künstlich herbeizuführen.

Zweitens steht diese Dämpfungsvorrichtung vollkommen offen und man kann sie zu jeder Zeit in Augenschein nehmen und sich überzeugen, ob alles in Ordnung ist.

Drittens lässt sich die Stärke der Dämpfung in äusserst einfacher Weise variieren und dabei sehr grosse Dämpfungsverhältnisse erzielen. Man kann sogar mit nur *einem* Paar solcher kleinen Magnete ein 100 Kilogramm schweres Horizontalpendel von der hier beschriebenen Form, wenn seine Eigenperiode nicht zu klein ist, in ein vollkommen aperiodisches Instrument verwandeln. Würde man die Bedingung der Aperiodizität für kleinere Perioden verwirklichen wollen, so steht es frei, anstatt eines Paares, zwei Paar Magnete zu nehmen.

Viertens erweist sich diese Art der Dämpfung als sehr konstant und von Temperaturänderungen fast gänzlich unabhängig.

Fünftens ist ihre Handhabung sehr einfach und bequem, wobei sie an allen Arten von Seismographen mit aller Leichtigkeit angebracht werden kann.

Sechstens ist sie verhältnismässig sehr billig, eine Bedingung, auf welche viele das Hauptgewicht legen. Es ist sogar die Meinung ausgesprochen worden, dass die magnetische Dämpfung kostspielig sei. Das ist aber durchaus nicht der Fall und eine solche Meinung beruht völlig auf einem Irrtum.

Schliesslich, was vielleicht am wesentlichsten ist, entspricht die magnetische Dämpfung der Forderung der Theorie, nämlich, dass das Moment der dämpfenden Kräfte wirklich proportional der Winkelgeschwindigkeit der Pendelbewegung sei.

Aus allen diesen Gründen ziehe ich die magnetische Dämpfung allen anderen Dämpfungsarten ganz entschieden vor.

Bei einem Horizontalpendel von der hier beschriebenen Form ist es durchaus nicht notwendig, seine Dämpfung zu viel in die Höhe zu treiben, sonst wird seine Empfindlichkeit zu viel einbüßen.

In der Praxis, je nach Bedarf und je nach der Seismizität des Gebietes, wo das Pendel aufgestellt wird, wird man sich ein passendes Dämpfungsverhältnis auswählen, dasselbe darf jedoch nicht kleiner als 5 sein, sonst wird die Eigenbewegung des Pendels bei der Auswertung der Seismogramme zu störend wirken.

Den theoretischen Forderungen gemäss wäre es wünschenswert, um den Einfluss der Eigenbewegung des Pendels möglichst zu eliminieren, eine sehr starke Dämpfung einzuführen, aber für Pendel, welche für seismische Stationen zweiten Ranges bestimmt sind und die mechanisch registrieren sollen, ist diese Forderung als überflüssig zu betrachten, da die mechanische Re-

gistrirung, infolge der veränderlichen Reibungsverhältnisse etc., an und für sich so mangelhaft ist, dass das Bestreben, der theoretischen Forderung inbezug auf die Dämpfung Genüge zu leisten, freilich garnicht zweckentsprechend sein würde. Man dürfte die Anwendung aperiodischer Pendel nur den seismischen Stationen ersten Ranges überlassen und zwar unter Anwendung der optischen Registrirung, wobei für eine genügende Empfindlichkeit der Aufzeichnungen gesorgt werden muss.

Um das Pendel nebst Vergrößerungsvorrichtung vor dem Einfluss der Luftströmungen zu schützen, ist es wünschenswert, dasselbe mit einem einfachen, abnehmbaren Schutzkasten, etwa aus Pappe mit Holzrippen zu bedecken.

Was nun die Eigenperiode des Pendels anbelangt, so lässt sich dieselbe aus Schwingungsbeobachtungen bei schwacher Dämpfung (die Magnete werden weit auseinander gezogen oder sogar ganz entfernt) in üblicher Weise leicht erhalten.

Die Bestimmung des Dämpfungsverhältnisses ν des Pendels werde ich erst in einem späteren Paragraphen besprechen, sobald ich den Einfluss der Reibung des Schreibstiftes auf dem berussten Papier einer näheren Betrachtung unterziehen werde.

Die dritte Pendelkonstante, nämlich die reduzierte Pendellänge l , lässt sich mit genügender Genauigkeit aus den Pendeldimensionen berechnen, wobei die Lage der schweren Pendelmasse hauptsächlich maassgebend ist.

Bedeute nun M die totale Masse des beweglichen Systems, K ihr Trägheitsmoment inbezug auf die Drehungsaxe und D die Entfernung des Schwerpunktes des Systems von derselben, so wird bekanntlich

$$l = \frac{K}{MD} = l_0 + \Delta l.$$

l_0 soll durch die schwere Masse bedingt sein. Δl ist die Korrektion für die übrigen schwingenden Massen.

Bedeutet nun d die Entfernung des Schwerpunktes der Pendelmasse von der Drehungsaxe und r den Radius des zylindrischen Gewichtes, so wird

$$l_0 = d + \frac{1}{2} \frac{r^2}{d}.$$

Bei diesem Pendel war

$$d = 30,85 \text{ cm.}$$

$$r = 14,85 \text{ » ,}$$

also

$$l_0 = 34,4 \text{ cm.}$$

Die Korrektur Δl lässt sich aus den bekannten Dimensionen und Gewichten der anderen einzelnen schwingenden Teile des Systems, die meistens eine regelmässige geometrische Form haben, unter Anwendung der bekannten Sätze über die Trägheitsmomente leicht berechnen, wobei nur die Pendelstange und dämpfende Kupferplatte, da sie von der Drehungsaxe weiter entfernt sind, von Belang sind. Auf die Einzelheiten dieser Berechnungen, die ganz einfach sind, brauche ich hier nicht weiter einzugehen.

Bei meinem Pendel ergab sich etwa

$$\Delta l = 3,9 \text{ cm.},$$

also

$$l = 38,3 \text{ cm.}$$

Die Entfernung L_0 des Endes der Pendelstange, wo der kürzere Hebelarm der Vergrösserungsvorrichtung angreift, von der Drehungsaxe betrug 174,8 cm.

Somit ergab sich für die Vergrösserung des Pendels allein

$$V_0 = \frac{L_0}{l} = 4,56.$$

Man könnte selbstverständlich V_0 ganz bedeutend grösser machen, indem man l klein nehmen würde.

Dies liesse sich wohl leicht erzielen, etwa durch Aushöhlung eines Teiles der Pendelmasse selbst. Die Empfindlichkeit des Pendels hätte dabei sehr viel gewonnen; sogar hat neulich Dr. Szirtes¹⁾ eine neue Art eines empfindlichen Pendels vorgeschlagen, wo l ganz klein genommen werden sollte, allein habe ich inbezug auf das Kleinmachen von l gewisse Bedenken, da erstens der prozentische Fehler bei der Bestimmung von l grösser wird und zweitens verschiedene sekundäre Einflüsse den Wert von l sehr stark beeinflussen können, was sich unmittelbar auf den Wert des Vergrösserungsverhältnisses des Pendels V_0 übertragen wird. Alle diese störenden Einflüsse lassen sich jedoch schwer übersehen und kontrollieren.

Ich habe mich also mit einem verhältnismässig kleinen Wert von V_0 begnügt.

Der kürzere Hebelarm a der Vergrösserungsvorrichtung betrug bei diesem Pendel $30,75^{\text{m}}/\text{m}$ und der längere b $311,5^{\text{m}}/\text{m}$, somit war

$$\frac{b}{a} = 10,13$$

¹⁾ «Uniflares Horizontalpendel». Publications du Bureau Centrale de l'Association internationale de Sismologie. Série A. Mémoires. 1909.

und die totale Vergrößerung V des Pendels (für unendlich kleine Perioden der Bebenwellen)

$$V = \frac{b}{a} V_0 = 46,2.$$

§ 2.

Untersuchungen über die Periode des Pendels.

Die ersten Beobachtungen bezogen sich auf die Frage, ob die Eigenperiode T des frei schwingenden Pendels bei ausgeschalteter Vergrößerungsvorrichtung und Schreibfeder in irgend welcher Weise von der Grösse der Amplituden der Ausschläge abhängig ist. Bei diesen und allen folgenden Beobachtungen war mir der Assistent am Physikalischen Laboratorium der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Herr Wilip in höchster Weise behülflich, wobei ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte.

Die Bewegung des Pendels wurde visuel mit Fernrohr und Skala verfolgt. Dazu wurde am Pendel in der unmittelbaren Nähe seiner Drehungsaxe ein kleiner Spiegel befestigt. Die Entfernung dieses Spiegels von der Skala betrug überall genau 1 Meter.

Im Folgenden² bedeutet $m_r + m_l$ die mittlere Summe der Ausschläge an der Skala rechts und links, für welche die entsprechende Pendelperiode bestimmt wurde. Zur Messung der Pendelperioden diente ein Löbner'scher Sekundenzähler, dessen Korrektion durch Vergleichung mit einem Chronometer vorher bestimmt wurde.

Diese Beobachtungen wurden für zwei Perioden, eine grössere und eine kleinere ausgeführt. Das entsprechende logarithmische Dekrement war dabei ganz minimal.

Es ergab sich nun folgendes.

$m_r + m_l$	T
128 m/m	56,4
54	55,5
18	55,2
114 m/m	23,2
32	23,3
16	23,5
2	23,2

Die letzten Beobachtungen wurden nochmals in der Nacht wiederholt, um sie von dem etwaigen Einflusse des Strassenverkehrs möglichst zu befreien. Dabei wurde auch das entsprechende Dämpfungsverhältnis v des Pendels, d. h. das Verhältnis zweier nach einander folgender Winkelausschläge des Pendels etwa θ_k und θ_{k+1} (unabhängig vom Vorzeichen derselben) bestimmt.

Es ist also

$$v = \frac{\theta_k}{\theta_{k+1}}.$$

Als logarithmisches Dekrement Λ bezeichnen wir die Grösse

$$\Lambda = \text{Log}_{10} v.$$

Die Beobachtungen ergaben nun folgendes.

$m_r + m_l$	T	
100 m/m	23,4	$\Lambda = 0,00225$ $v = 1,005.$
47	23,3	
8	23,2	
2	23,2	

Die hier angeführten Zahlen lassen erkennen, dass, wenn für eine grosse Eigenperiode des Pendels von etwa 56^s eine kleine Abhängigkeit der Periode von der Amplitude im Sinne der Vergrösserung der Periode mit der Amplitude vorliegt, dieselbe doch sehr gering ist. Für eine Periode von 23^s ist diese Abhängigkeit fast gar nicht mehr bemerkbar und wir können in der Praxis ohne Zweifel für diese Art Pendel annehmen, dass bei einer mittleren Periode von etwa 25 Sekunden dieselbe für nicht zu grosse Amplituden, die bei seismometrischen Beobachtungen freilich meistens nur in Betracht kommen, ganz und gar unabhängig von den Amplituden der Pendelausschläge ist. Dies ist jedenfalls ein wichtiges Ergebnis, welches zu Gunsten dieser Art Pendel spricht.

Andererseits hat es sich gezeigt, dass sich die Pendelperiode, wenn sie auch gross gewählt wurde, mit der Zeit ausserordentlich konstant erhält.

Dies alles beweist, dass, trotz der Anwendung einer kleinen Feder als unteren Stützpunkt, die Drehungsaxe des Pendels eine ganz bestimmte Lage einnimmt und dieselbe in höchst befriedigender Weise behält.

Die Kleinheit des Dämpfungsverhältnisses v zeigt ausserdem, dass die dämpfende Wirkung der angewandten Federn (oben und unten) eine ganz minimale ist.

Die zweite zu entscheidende Frage bezieht sich auf folgendes.

Welchen etwaigen Einfluss hat die Einschaltung der Vergrößerungsvorrichtung, resp. Schreibfeder auf die Eigenperiode des Pendels selbst?

Es wurden dazu folgende drei Perioden bestimmt:

I) bei ganz frei schwingendem Pendel, II) bei eingeschalteter Vergrößerungsvorrichtung, aber bei gehobener Schreibfeder und III) bei eingeschalteter Vergrößerungsvorrichtung und Schreibfeder, wobei die letztere auf einer Russchicht zeichnete.

Es ergab sich folgendes.

Fall	T
I	23,2
II	22,6 → Sehr schwaches logarithmisches Dekrement.
III	22,8 → Dekrement einwenig grösser.

Die Beobachtungen wurden nochmals in der Nacht ausgeführt und dabei noch das logarithmische Dekrement resp. Dämpfungsverhältnis ermittelt und zwar aus der Abnahme der Maximalamplituden ohne Berücksichtigung der etwaigen Korrektur ρ für die Reibung des Schreibstiftes am Papier (siehe § 3).

Die Bestimmung der Amplituden geschah immer noch auf visuellem Wege.

Es ergab sich folgendes.

Fall	$m_r + m_l$	T	Λ	v
I	8 m/m	23,2	0,00225	1,005
II	13	22,5	0,00418	1,010
III	15	22,6	0,026	1,06
	8		0,045	1,11
	4		0,077	1,19
	1		0,120	1,32

Diese Zahlen lehren uns folgendes.

Durch Einschaltung der Vergrößerungsvorrichtung und Schreibfeder wird die Eigenperiode des freien Pendels ein klein wenig vermindert, aber der Unterschied ist auf jeden Fall sehr gering.

Bei manchen Seismographen wird bekanntlich durch Einschaltung der Hebelübertragungen die Eigenperiode des Pendels in ganz merklicher Weise

herabgesetzt, bei diesem Pendel ist jedoch dieser Einfluss äusserst klein. Dies beweist, dass die getroffene Vergrösserungsvorrichtung wirklich äusserst leicht und folglich ganz zweckmässig ist.

Bei Anwendung dieses Pendels für eigentliche seismometrische Beobachtungen wird man selbstverständlich für die Eigenperiode des Pendels denjenigen Wert von T nehmen müssen, welcher sich aus Beobachtungen bei eingeschalteter Vergrösserungsvorrichtung und Schreibfeder ergibt.

Weiter sehen wir, dass diese Vergrösserungsvorrichtung an und für sich fast vollständig reibungslos arbeitet, da das Dämpfungsverhältnis im Falle II $\nu=1,010$ nur um einen äusserst kleinen Betrag grösser ist, als der entsprechende Wert für den Fall I $\nu=1,005$.

Was nun das Dämpfungsverhältnis bei aufgelegter Schreibfeder (Fall III) anbelangt, so ist dasselbe merklich grösser als bei den anderen übrigen Fällen, aber seiner absoluten Grösse nach, infolge der schweren Pendelmasse, doch nicht sehr gross.

Das eine, was dabei recht unangenehm ist, ist der Umstand, dass ν nicht mehr konstant bleibt, sondern mit der Abnahme der Amplituden der Pendelbewegung zunimmt. Diese Veränderlichkeit von ν ist eine inhärente Eigenschaft der mechanischen Registrierungsart, die die Auswertung der entsprechenden Seismogramme in ganz erheblicher Weise erschwert. Will man aus der Ausmessung der regelmässigen, wellenförmigen Stellen eines Seismogrammes zuverlässige Werte für die wahren Amplituden der Bodenverschiebungen ableiten, so muss auf diese Veränderlichkeit von ν Rücksicht genommen werden¹⁾. Dieses lässt sich mit einiger Umständlichkeit durchführen, wie ich es an dem Beispiel der grossen Messina-Katastrophe gezeigt habe²⁾.

Mit einem verhältnismässig leichten, aber gedämpften Horizontalpendel vom Zöllner'schen Typus mit etwa $14\frac{1}{2}$ Klgr. Masse unter Anwendung der mechanischen Registrierung konnte ich ganz zuverlässige Werte für die wahren Amplituden der Bodenbewegung ableiten, wenn ich bei der Bearbeitung des entsprechenden Seismogramms je nach der Grösse der gemessenen Amplitude auf der Kurve das entsprechende Dämpfungsverhältnis einführte. Das Gesetz der Veränderlichkeit von ν musste jedoch zuerst empirisch studiert werden.

Es ist im früheren vorausgesetzt worden, dass ν aus der Abnahme der Maximalamplituden abgeleitet worden ist.

¹⁾ Bei der optischen Registrierung bleibt ν konstant.

²⁾ Siehe «Das Sicilianische Erdbeben am 28. Dezember 1908 nach den Aufzeichnungen der Pulkowa'schen seismischen Station». Bulletin de l'Académie Impériale des sciences de St.-Petersbourg. № 4. 1909.

Also

$$v = \frac{\theta_k}{\theta_{k+1}},$$

wenn θ den Winkelausschlag des Pendels bedeutet. Man kann auch die Amplituden y der Kurve bei der mechanischen Registrierung dazu wählen, also etwa

$$v = \frac{y_k^1}{y_{k+1}}.$$

Es erweist sich dabei, dass v von der Grösse der etwaigen Amplitude abhängig ist. Dies beweist, dass die Pendelbewegung nicht genau der bekannten Differentialgleichung entspricht. Als störende Ursache muss die Reibung des Schreibstiftes am Papier angesehen werden.

Man kann aber das Resultat wesentlich verbessern, indem man in die Grunddifferentialgleichung eine Korrektionsgrösse ρ einführt, die von dieser Reibung gewissermaassen Rechenschaft trägt.

Ich werde jetzt im folgenden Paragraphen diese Frage zuerst eingehend besprechen und erst dann zu der Bestimmung des Dämpfungsverhältnisses aus Beobachtungen bei verschieden starker Dämpfung (verschiedene Entfernungen der Pole der dämpfenden Magnete) übergehen. Die Registrierung war dabei immer die mechanische, wobei v aus den erhaltenen Kurven abgeleitet werden sollte.

§ 3.

Verallgemeinerte Differentialgleichung der Pendelbewegung bei mechanischer Registrierung.

Denken wir uns nun ein Horizontalpendel von seiner Ruhelage abgelenkt und alsdann sich selbst überlassen, so erhält man, eine optische Registrierung vorausgesetzt, die Kurve seiner Eigenbewegung etwa von der Form der der Fig. 7, wobei die Ordinaten y dieser Kurve bekanntlich folgender Differentialgleichung genügen müssen:

$$y'' + 2\varepsilon y' + n^2 y = 0 \dots\dots\dots (1)$$

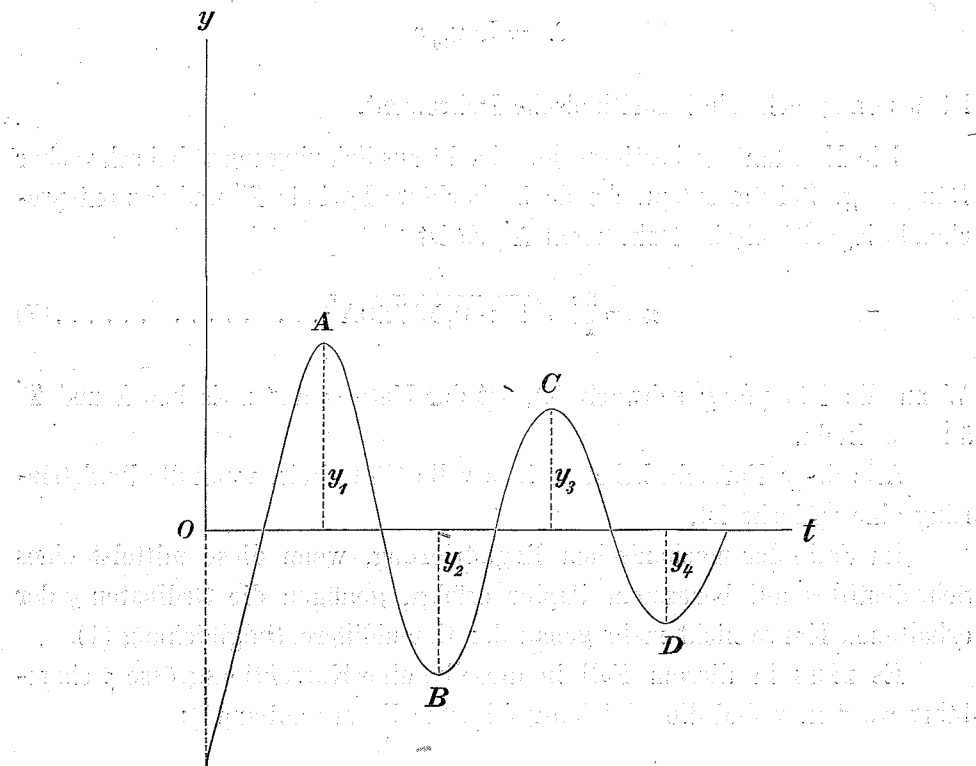
Hierin bedeuten ε die Dämpfungskonstante und n eine Konstante,

¹⁾ Wenn y gross ist, so muss eine entsprechende Korrektion Δy angebracht werden. Siehe weiter § 5. Formel (33).

welche von der Eigenperiode T des Pendels ohne Dämpfung unmittelbar abhängt und zwar ist

$$n = \frac{2\pi}{T} \dots \dots \dots (2)$$

Fig. 7.



Ist $\varepsilon < n$, so stellt die Kurve eine gedämpfte Sinusoide dar.

Die Gleichung derselben lautet

$$y = e^{-\varepsilon t} [A \cos \gamma t + B \sin \gamma t], \dots \dots \dots (3)$$

wo

$$\gamma = + \sqrt{n^2 - \varepsilon^2} \dots \dots \dots (4)$$

ist.

A und B sind zwei Integrationskonstanten, welche von den Anfangsbedingungen der Bewegung unmittelbar abhängen.

Führen wir folgende Bezeichnungen ein:

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{\varepsilon}{n} \\ \mu^2 &= 1 - h^2 \\ \text{und} \quad m &= \frac{h}{\sqrt{1 - h^2}}, \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

so ergibt sich bekanntlich aus der Theorie des Horizontalpendels¹⁾ für das gesuchte Dämpfungsverhältnis, d. h. für das Verhältnis zweier nach einander folgender Maximalamplituden (unabhängig vom Vorzeichen derselben)

$$v = \frac{y_k}{y_{k+1}} = e^{\pi m} \dots \dots \dots (6)$$

$$\Lambda = \text{Log}_{10} v$$

ist das entsprechende logarithmische Dekrement.

Die Konstante n bestimmt sich leicht aus Schwingungen bei schwacher Dämpfung. Sei die entsprechende beobachtete Periode T' und das entsprechende logarithmische Dekrement Λ' , so ist

$$n = \frac{2\pi}{T'} \sqrt{1 + 0,53720\Lambda'^2} \dots \dots \dots (7)$$

Wenn die Dämpfung schwach ist, ist der Unterschied zwischen T und T' äusserst klein.

Alle diese Formeln behalten ihre volle Gültigkeit, wenn die Registrierung eine optische ist.

Im Falle der mechanischen Registrierung, wenn diese mittelst eines Schreibstiftes auf berusstem Papier erfolgt, genügen die Ordinaten y der erhaltenen Kurve nicht mehr genau der Grunddifferentialgleichung (1).

Es muss in diesem Fall in dieselbe eine Korrektionsgrösse ρ eingeführt werden, wobei die Gleichung folgende Form annimmt²⁾:

$$y'' + 2\epsilon y' + n^2(y + \rho) = 0. \dots \dots \dots (8)$$

ρ soll eine kleine konstante Grösse sein, die jedoch das Vorzeichen mit y' ändert.

Wenn $y' > 0$ ist, so wird auch $\rho > 0$ und umgekehrt.

Man darf jedoch die Sache nicht so auffassen, als ob diese Annahmen über ρ streng gültig seien. Man darf sie nur als erste Annäherung an die Wirklichkeit betrachten, die immerhin eine bessere und genauere Auswertung der Seismogramme von mechanisch registrierenden Pendeln gestattet.

Die mechanische Registrierung an und für sich ist mit den Mängeln

¹⁾ Siehe z. B. meinen Aufsatz «Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mitteilung». Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. III. Livr. 2. № 1. (1909).

²⁾ Man vergleiche A. Orloff «Sur la Théorie des appareils sismiques». Bulletin astronomique, T. XXIII Année 1906.

der Reibung an berusstem Papier behaftet, die erstens sehr variabel sein kann und zweitens zur Zeit noch so viel Unbestimmtes enthält, dass es ganz und gar unmöglich ist, von allen diesen verschiedenen Umständen in einer Grundformel Rechenschaft zu tragen.

Ganz einwandfreie Resultate wird man doch nicht erhalten und das ist eben einer der Hauptnachteile der mechanischen Registrierungsart; die Einführung der Grösse ρ dürfte aber doch unter den erwähnten Voraussetzungen die Resultate der Kurvenanalyse erheblich verbessern.

Es soll nun von jetzt ab angenommen werden, dass die Kurve der Fig. 7 auf mechanischem Wege erhalten worden ist und es sei eine Anzahl maximaler Ordinaten y_1, y_2, y_3, y_4 u. s. w. gemessen worden. Wenn die Schreibfeder merkliche Kreisbögen beschreibt, deren Radius gleich b ist, so muss an diesen gemessenen Ordinaten die Korrektur

$$\Delta y = \frac{1}{6} \frac{y^3}{b^2} \dots \dots \dots (9)$$

angebracht werden¹⁾.

Das allgemeine Integral der Gleichung (8) lautet:

$$(y + \rho) = e^{-\epsilon t} [A \cos \gamma t + B \sin \gamma t] \dots \dots \dots (10)$$

Zwischen den Punkten A und B (siehe die Fig. 7) ist $y' < 0$, folglich wird ρ negativ.

Wollen wir unter ρ immer eine positive Grösse verstehen, so muss für die erwähnte Strecke der Kurve in der Formel (10) statt ρ , $-\rho$ eingesetzt werden.

Rechnen wir die Zeit vom Punkte A aus, so wird in der Formel (10)

$$A = y_1 + \rho$$

und

$$B = \frac{\epsilon}{\gamma} \cdot (y_1 + \rho),$$

also

$$y + \rho = (y_1 + \rho) e^{-\epsilon t} \left[\cos \gamma t + \frac{\epsilon}{\gamma} \sin \gamma t \right].$$

Der der zweiten Maximalamplitude y_2 entsprechende Zeitmoment t_m ergibt sich aus der Gleichung

$$t_m = \frac{\pi}{\gamma}.$$

Es gilt also, unter Berücksichtigung der Beziehungen (4) und (5),

¹⁾ Siehe weiter unten § 5.

nach welchen

$$\frac{e}{\gamma} = m \dots \dots \dots (11)$$

wird, die Gleichung

$$(y_2 - \rho) = -(y_1 - \rho) e^{-\pi m} \dots \dots \dots (12)$$

In ganz ähnlicher Weise hat man für die Strecke BC , unter Berücksichtigung, dass ρ jetzt positiv wird,

$$(y_3 + \rho) = -(y_2 + \rho) e^{-\pi m} \dots \dots \dots (13)$$

Das Vorzeichen (—) in dem zweiten Teil der Gleichungen (12) und (13) bedeutet, dass die unter und über der t -Axe liegenden Ordinaten das entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Wollen wir nun unter den verschiedenen y immer den absoluten Wert der entsprechenden Ordinaten verstehen und also alle Ordinaten als positiv rechnen, dann gestalten sich die Gleichungen (12) und (13) in die folgenden um:

$$-y_2 - \rho = -(y_1 - \rho) e^{-\pi m}$$

und

$$y_3 + \rho = -(-y_2 + \rho) e^{-\pi m}$$

Setzen wir noch

$$e^{\pi m} = v = (1 + \xi), \dots \dots \dots (14)$$

so ergibt sich schliesslich

$$y_1 - \rho = (y_2 + \rho)(1 + \xi) \dots \dots \dots (15)$$

und

$$y_2 - \rho = (y_3 + \rho)(1 + \xi) \dots \dots \dots (16)$$

Das sind die Beziehungen, von denen wir ausgehen werden. Dabei sind alle Ordinaten als positiv angenommen; ρ ist ebenfalls positiv.

Wollen wir nun die Gleichungen (15) und (16) addieren, so folgt

$$(y_1 + y_2) - 2\rho = \{(y_2 + y_3) + 2\rho\}(1 + \xi) \dots \dots \dots (17)$$

In ähnlicher Weise können wir schreiben

$$(y_2 + y_3) - 2\rho = \{(y_3 + y_4) + 2\rho\}(1 + \xi),$$

also allgemein

$$(y_k + y_{k+1}) - 2\rho = \{(y_{k+1} + y_{k+2}) + 2\rho\}(1 + \xi) \dots \dots \dots (18)$$

In dieser Gleichung tritt immer die Summe benachbarter Ordinaten (immer als positiv angenommen) auf. Diese Summe ist unabhängig von einem etwaigen Fehler in der Lage der Nulllinie. Das ist eine wesentlich günstige Bedingung, da sich die Summe der Ordinaten $y_k + y_{k+1}$ immer ziemlich genau aus der entsprechenden Kurve entnehmen lässt.

Ist nun die Dämpfung des Pendels sehr gering, so wird ν sich wenig von der Einheit unterscheiden und ξ wird sehr klein sein.

Setzen wir also in erster Annäherung $\xi = 0$, so ergibt sich aus der Beziehung (18),

$$\rho = \frac{1}{4} [(y_k + y_{k+1}) - (y_{k+1} + y_{k+2})] \dots \dots \dots (19)$$

Man kann sich eben dieser Näherungsformel zur Bestimmung von ρ bedienen, wenn das entsprechende Pendel schwach gedämpft ist. Man erhält dabei eine ganze Anzahl Werte für ρ und es lässt sich leicht verfolgen, ob ρ wirklich konstant bleibt, oder von der Grösse der mittleren Amplitude etwa y_{k+1} abhängig ist.

Genauer kann man in folgender Weise verfahren.

Vernachlässigen wir das Produkt zweier kleiner Grössen $\rho\xi$, so ergibt sich aus der Beziehung (18)

$$(y_{k+1} + y_{k+2})\xi + 4\rho = (y_k + y_{k+1}) - (y_{k+1} + y_{k+2}) \dots \dots \dots (20)$$

Setzen wir

$$\left. \begin{array}{l} y_{k+1} + y_{k+2} = a_k \\ (y_k + y_{k+1}) - (y_{k+1} + y_{k+2}) = m_k \end{array} \right\} \dots \dots \dots (21)$$

dann wird

$$a_k \xi + 4\rho = m_k \dots \dots \dots (22)$$

Bildet man nun zwei Gleichungen von der Form der Gleichung (22), so kann man aus diesen die beiden gesuchten Unbekannten ξ und ρ berechnen.

Man kann dabei die Kurve Stück für Stück untersuchen und sehen, ob ρ und die Dämpfungskonstante $\nu = 1 + \xi$ konstant bleiben.

Man kann aber eine Anzahl von Gleichungen wie (22) bilden und dieselben nach der Methode der kleinsten Quadrate behandeln.

Dies alles setzt aber voraus, dass die Dämpfung wirklich klein ist, dass also ν sich wenig von der Einheit unterscheidet.

Wenn aber die Dämpfung eine merkliche Grösse erreicht, so muss man sich schon der strengen Formeln bedienen.

Nach den Gleichungen (18) und (14) können wir schreiben, wenn wir

noch zur Vereinfachung folgende Bezeichnung einführen

$$w_k = y_k + y_{k+1}, \dots \dots \dots (23)$$

$$\left. \begin{aligned} w_k - 2\rho &= (w_{k+1} + 2\rho) \cdot v \\ w_{k+1} - 2\rho &= (w_{k+2} + 2\rho) v \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (24)$$

Aus diesen Gleichungen kann man immer eine der beiden Unbekannten eliminieren und die andere also berechnen.

So erhält man

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \frac{(w_{k+1})^2 - w_k w_{k+2}}{w_k - w_{k+2}} \dots \dots \dots (25)$$

und

$$v = \frac{w_k - w_{k+1}}{w_{k+1} - w_{k+2}} \dots \dots \dots (26)$$

Die Formeln (25) und (26) sind strenge Ausdrücke für die beiden Grössen ρ und v , mit welchen man das Verhalten dieser Grössen für verschiedene Teile der Kurve verfolgen kann.

Man darf sie jedoch bei kleinen Dämpfungsverhältnissen v nicht anwenden, da sie in diesem Fall eine für die genauen Berechnungen ungünstige Form annehmen, da die Unbekannten sich als das Verhältnis zweier kleiner Grössen ergeben würden.

Anstatt die Grössen ρ und v stellenweise aus der Kurve zu bestimmen, kann man sich auch bei der Benutzung der Formeln (25) und (26) der Methode der kleinsten Quadrate bedienen.

Man bestimme (bei grösseren Werten von v) aus (25) und (26) ein Paar Werte von ρ und v , etwa ρ_0 und v_0 und setze dann

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \rho_0 + \eta \\ v &= v_0 + \zeta, \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (27)$$

wo η und ζ zwei kleine Grössen bedeuten sollen.

Indem man das Produkt $\eta\zeta$ vernachlässigt, erhält man aus der ersten der Gleichungen (24) eine Gleichung von der folgenden Form:

$$A_k \eta + B_k \zeta = C_k, \dots \dots \dots (28)$$

wo A_k , B_k und C_k die folgende Bedeutung haben:

$$\left. \begin{aligned} A_k &= 2(1 + v_0) \\ B_k &= w_{k+1} + 2\rho_0 \\ C_k &= w_k - v_0 w_{k+1} - 2\rho_0(1 + v_0) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (29)$$

Das System der Gleichungen (28) lässt sich nun leicht nach der Methode der kleinsten Quadrate behandeln.

Mit Hilfe der hier entwickelten Formeln lässt sich nun die Reibungskonstante ρ bei Anwendung der mechanischen Registrierungsart untersuchen. Es ergibt sich auch daraus der korrigierte Wert (inbezug auf ρ) des Dämpfungsverhältnisses ν .

Nach diesen Auseinandersetzungen wollen wir zu der Frage der experimentellen Bestimmung von ρ und ν bei dieser Art Pendel übergehen.

§ 4.

Untersuchungen über das Dämpfungsverhältnis des Pendels.

Die Registrierung war dabei stets eine mechanische, auf berusstem Papier. Die Trommelgeschwindigkeit wurde ziemlich gross genommen etwa $74,5^m/m$ auf eine Minute, wobei jede einzelne Sekunde auf dem Papierbogen auf einer besonderen Hilfslinie markiert wurde.

Die Berussung des Papiers erfolgte auf zweierlei Art: erstens, mittelst eines gewöhnlichen Gasbrenners und zweitens mit Hilfe eines Petroleumdochtes, da es sich dabei auch darum handelte, die Abhängigkeit der Reibung (ρ und ν) von der Art der Berussung etwas näher zu verfolgen.

Die Russschicht wurde möglichst dünn gewählt und auf die möglichst gleichmässige Verteilung derselben auf dem entsprechenden Papierbogen besondere Aufmerksamkeit gelenkt.

Die Versuche wurden bei 4 verschiedenen Stärken der Dämpfung ausgeführt.

Erstens ganz ohne Magnete, Kurven № I,
zweitens bei einer Poldistanz der Magnete von $15,0^m/m$, Kurven № II,
drittens » » » » » » 11,2 » , » № III
und viertens » » » » » » 8,0 » , » № IV.

Ich werde jetzt die Ergebnisse dieser Versuche der Reihe nach beschreiben.

Vor Beginn der eigentlichen Beobachtungen wurde die Vergrösse-

rungsvorrichtung weggenommen und der Schreibstift direkt am Ende des Pendelarmes angebracht.

Im Folgenden bedeute wie früher $y_k + y_{k+1}$ die Summe der benachbarten Amplituden der Pendelausschläge nach oben und unten (unabhängig vom Vorzeichen derselben), T die Eigenperiode des Pendels (ohne Dämpfung), Λ das logarithmische Dekrement und v das Dämpfungsverhältnis.

Es ergab sich in diesem Fall Folgendes. (Die dämpfenden Magnete sind ganz entfernt¹⁾).

Gasberussung.

	$y_k + y_{k+1}$	T	Λ	v
Grössere Amplit. Zwischen 86,3 ^m / _m und 70,4 ^m / _m		20,41	0,0037	1,009
Kleinere » » 21,2 » 18,3		20,35	0,0027	1,006

Petroleumberussung.

	$y_k + y_{k+1}$	T	Λ	v
Grössere Amplit. Zwischen 88,6 ^m / _m und 68,7 ^m / _m		20,41	0,0046	1,011
Kleinere » » 21,3 » 17,1		20,35	0,0040	1,009

Diese Zahlen zeigen erstens, dass die Eigenperiode des Pendels für praktische Zwecke als unabhängig von den Amplituden der Ausschläge zu betrachten ist. Dies ist ein neuer Beleg für die Zweckmässigkeit der hier getroffenen Aufhängung des Pendels. Bei Gas- und Petroleumberussung erhält man genau dieselben Werte von T .

Die Dämpfung ist in diesem Fall ganz minimal, doch scheinbar etwas grösser bei Petroleum- als bei Gasberussung. v ist etwa von derselben Grössenordnung, wie bei dem freischwingenden Pendel ($v = 1,005$, vergl. Fall I in § 2). Folglich übt die Reibung des Schreibstiftes am Papier in diesem Fall (bei ausgeschalteter Vergrösserungsvorrichtung) eine ganz minimale dämpfende Wirkung aus.

¹⁾ Da in diesem Fall die Dämpfung äusserst klein und die Vergrösserungsvorrichtung ausgeschaltet war, so habe ich Λ direkt aus der Abnahme der Amplituden ermittelt, wozu ich die bekannte Formel

$$\Lambda = \frac{\text{Log}(y_1 + y_2) - \text{Log}(y_{i-1} + y_i)}{i - 2}$$

verwendet habe. In meinem Fall war $i = 26$.

Nach diesen Vorversuchen wurde nun die Vergrößerungsvorrichtung eingeschaltet und die Kurven № I (die Dämpfungsplatte ganz ohne Magnete) aufgenommen.

Es ergaben sich dabei für die Eigenperiode des Pendels folgende Werte.

Bei Gasberussung $T = 19,8$

Bei Petroleumberussung $T = 19,9$.

Die Eigenperiode des Pendels war also etwas kleiner geworden, als im vorigen Falle. Dies wird durch den Einfluss der Vergrößerungsvorrichtung bedingt, die Abnahme von T bei dieser Art Pendel ist aber auf jeden Fall ziemlich unbedeutend.

Nun ging man zur Bestimmung von ρ über. Da die Dämpfung gering war, so wurde zuerst von der Näherungsformel (19) Gebrauch gemacht.

Es stellte sich dabei heraus, dass für kleinere Amplituden ρ sich kleiner ergibt, als für grössere, der Unterschied aber ist nicht sehr bedeutend.

Bei Gasberussung, bei Abnahme von $y_k + y_{k+1}$ von $144,4 \text{ m/m}$ bis auf $39,1 \text{ m/m}$ sinkt ρ von $1,5 \text{ m/m}$ bis auf $1,0 \text{ m/m}$ herab. Der Mittelwert von ρ beträgt also etwa $1,3 \text{ m/m}$.

Bei Petroleumberussung, wenn sich $y_k + y_{k+1}$ von $150,3 \text{ m/m}$ bis $6,2 \text{ m/m}$ ändert, vermindert sich ρ von $1,8 \text{ m/m}$ bis auf $0,8 \text{ m/m}$. Der Mittelwert von ρ beträgt also gleichfalls etwa $1,3 \text{ m/m}$.

Nun wurden dieselben experimentellen Daten nach der Methode der kleinsten Quadrate bei Zugrundelegung der Formeln (22), (21) und (14) behandelt.

Es ergab sich zwischen denselben Grenzen für $y_k + y_{k+1}$

Bei Gasberussung $\rho = 0,84 \text{ m/m}$ $\xi = 0,0195$ $v = 1,0195$

Bei Petroleumberussung $\rho = 1,07$ $\xi = 0,0216$ $v = 1,0216$

Der Unterschied mit den früher gefundenen Mittelwerten von ρ ist nicht gross.

Das Dämpfungsverhältnis v hat sich ziemlich klein ergeben. Dieses beweist, dass auch bei Anwendung der Vergrößerungsvorrichtung die dämpfende Wirkung der Reibung des Schreibstiftes am berussten Papier, wenn die Amplituden nicht zu klein sind, ebenfalls unbedeutend ist.

Diese Reibung scheint bei Gasberussung kleiner zu sein, als bei

Petroleumberussung, da im ersten Falle ρ und v beide sich etwas kleiner ergeben haben.

Nun wurden die dämpfenden Magnete aufgesetzt, ihre Pole auf eine Entfernung von $15,0 \text{ m/m}$ eingestellt und alsdann die Kurven № II aufgenommen¹⁾. Es wurden 4 Kurven beiderlei Art erhalten.

Da die Dämpfung nicht mehr sehr klein war, so hat man sich zur Berechnung von ρ und v schon der strengen Formeln (25) und (26) bedient.

Die Bestimmung von ρ wurde nur für den Fall der Gasberussung ausgeführt. Im Folgenden bedeute y_k die mittlere Amplitude der Ausschläge für den zugehörigen Wert von ρ .

Es ergab sich Folgendes:

y_k	ρ
49 m/m	$1,3 \text{ m/m}$
25	0,5
12	0,3
6	0,2
3	0,1
12 m/m	$0,3 \text{ m/m}$
6	0,1
3	— 0,1
13 m/m	$0,5 \text{ m/m}$
6	0,1
3	0,1
27 m/m	$0,5 \text{ m/m}$
13	0,7
6	0,1
3	0,0

Nun gehen wir zu den Werten des Dämpfungsverhältnisses v über. Ich werde dabei auch die einzelnen Werte der verschiedenen $w_k = y_k + y_{k+1}$ ²⁾

1) Es sei dabei bemerkt, dass, um vergleichbare Resultate zu erzielen, alle Kurven (№№ I, II, III und IV) bei Gas - resp. Petroleumberussung, auf einem und demselben Papierstreifen nach einander aufgenommen wurden.

2) An diesen Werten sind die früher erwähnten Korrekturen Δy schon angebracht.

und ausserdem den Wert des etwaigen Dämpfungsverhältnisses v_1 , abgeleitet ohne Berücksichtigung der Korrektur für ρ einfach aus der Beziehung

$$v_1 = \frac{y_k + y_{k+1}}{y_{k+1} + y_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+1}} \quad ^1),$$

angeben.

Gasberussung.

w_k	v	v_1
154,9 m/m		1,91
81,2	1,82	2,00
40,7	1,93	2,07
19,7	1,96	2,19
9,0	2,06	2,37
3,8	Im Mittel $v = 1,94$	
38,9 m/m		2,03
19,15	1,93	2,15
8,92	2,09	2,22
4,02	Im Mittel $v = 2,01$	
41,7 m/m		2,05
20,3	1,91	2,23
9,1	2,15	2,33
3,9	Im Mittel $v = 2,03$	
84,9 m/m		1,95
43,6	1,88	2,02
21,6	1,84	2,24
9,65	2,15	2,35
4,1	Im Mittel $v = 1,96$	

Als Mittel der vier einzelnen Mittelwerte von v ergibt sich

$$v = 1,99.$$

¹⁾ Durch die Bildung der Summe der Amplituden eliminiert man den Fehler von der etwaigen unrichtigen Lage der Nulllinie.

Petroleumberussung.

w_k	v	v_1
103,6 ^m /m		2,02
51,3	2,22	2,11
24,3	1,97	2,29
10,6	2,23	2,38
4,45	2,20	2,70
1,65	Im Mittel $v = 2,16$	
43,0 ^m /m		2,16
19,95	1,99	2,39
8,35	2,23	2,65
3,15	Im Mittel $v = 2,11$	
55,85 ^m /m		2,10
26,6	1,91	2,35
11,3	2,23	2,54
4,45	Im Mittel $v = 2,07$	
78,8 ^m /m		1,99
39,55	1,82	2,20
18,0	2,08	2,35
7,65	Im Mittel $v = 1,95$	

Als Mittel der vier einzelnen Mittelwerte von v ergibt sich

$$v = 2,07.$$

Aus den hier angeführten Zahlenangaben für die Kurven № II lassen sich folgende Schlüsse ziehen.

Bei Anwendung einer magnetischen, wenn auch ziemlich schwachen Dämpfung, ergab sich ρ für kleinere Amplituden, etwa bis zu 25 ^m/m, überhaupt sehr klein. Mit Abnahme von y_k nimmt auch im Allgemeinen ρ in

ganz deutlicher Weise ab und für ganz kleine Amplituden wird ρ überhaupt ganz minimal. Dies ist ein sehr günstiger Umstand, da man bei seismometrischen Beobachtungen mit Instrumenten mit kleiner Vergrößerung hauptsächlich nur mit kleinen Amplituden zu tun hat.

Was nun das wahre Dämpfungsverhältnis v anbelangt, so tritt eine kleine Zunahme von v mit Verkleinerung von y_k ein, aber die Unterschiede in den einzelnen Werten von v sind überhaupt unbedeutend und, wenn man sich mit einer Genauigkeit von 0,1 — 0,2 in dem Werte von v begnügt, was für seismische Stationen zweiten Ranges wohl als ganz ausreichend zu betrachten ist, so kann man für v einfach Mittelwerte bilden.

Es besteht weiter kein wesentlicher Unterschied zwischen den Mittelwerten von v bei Gas- und Petroleumberussung, da die magnetische Dämpfung die Dämpfung von der Reibung des Schreibstiftes am Papier schon reichlich genug überdeckt.

Hätte man das Dämpfungsverhältnis direkt aus den Werten der maximalen Amplituden ohne Berücksichtigung der Korrektion für ρ abgeleitet (Werte von v_1), so würde man viel weniger konstante Werte für das Dämpfungsverhältnis bekommen haben, wobei die Zunahme von v_1 mit der Verkleinerung von y_k eine ganz ausgeprägte ist.

Wir sehen also, dass die Einführung der Korrektion ρ für die Reibung des Schreibstiftes das Resultat der Verarbeitung der Kurven ganz wesentlich verbessert, da v sich jetzt als viel konstanter gestaltet. Das noch übriggbleibende kleine Anwachsen von v mit der Abnahme von y_k liegt vielleicht schon in der Natur der Sache selbst.

Gehen wir jetzt zu dem dritten Fall über.

Die Magnete wurden auf eine Entfernung von $11,2 \text{ m/m}$ eingestellt und alsdann die Kurven № III aufgenommen. Für die Gasberussung erhielt man 5 und für die Petroleumberussung 4 verschiedene Kurven.

Bei der Gasberussung ergaben sich folgende Werte für ρ (nach Formel (25) berechnet).

y_k	ρ
33 m/m	$0,6 \text{ m/m}$
10	0,3
3	— 0,1
21 m/m	$0,5 \text{ m/m}$
7	$0,05 \text{ m/m}$

$31^{\text{m}}/\text{m}$	$0,5^{\text{m}}/\text{m}$
10	0,1
3	0,1
$25^{\text{m}}/\text{m}$	$0,4^{\text{m}}/\text{m}$
18	0
$13^{\text{m}}/\text{m}$	$0^{\text{m}}/\text{m}$
4	0,2

Für die Dämpfungsverhältnisse v und v_1 erhielt man folgende Zahlen:

Gasberussung.

w_k	v	v_1
$119,25^{\text{m}}/\text{m}$		3,05
39,05	2,93	3,34
11,7	<u>3,11</u>	4,03
2,9	Im Mittel $v = 3,02$	
$76,1^{\text{m}}/\text{m}$		3,10
24,55	2,93	3,53
6,95	<u>3,56</u>	3,48
2,0	Im Mittel $v = 3,25$	
$115,05^{\text{m}}/\text{m}$		3,11
36,95	3,00	3,39
10,9	<u>3,47</u>	3,21
3,4	Im Mittel $v = 3,24$	
$89,5^{\text{m}}/\text{m}$		3,11
28,8	2,99	3,39
8,5	<u>3,38</u>	3,40
2,5	Im Mittel $v = 3,19$	

w_k	v	v_i
47,45 m/m		3,18
14,9	3,18	3,20
4,65	2,89	4,23
1,1	Im Mittel $v = 3,04$	

Als Mittel der fünf einzelnen Mittelwerte von v folgt:

$$v = 3,15.$$

Petroleumberussung.

w_k	v	v_i
87,9 m/m		3,24
27,15	3,04	3,80
7,15	3,60	4,47
1,6	Im Mittel $v = 3,32$	

86,2 m/m		3,24
26,6	3,01	3,91
6,8		
80,3 m/m		3,21
25,0	2,97	3,91
6,4		
64,1 m/m		3,37
19,05	3,18	3,89
4,9		

Als Mittel der 4 Werte von v für die 4 erhaltenen Kurven ergibt sich:

$$v = 3,12.$$

Die erhaltenen Zahlen zeigen uns nun Folgendes.

ρ ist wiederum für kleine Amplituden sehr klein und nimmt mit abnehmenden Amplituden im Allgemeinen ab.

Was nun die absoluten Werte von ρ bei verschiedenen Werten von y_k anbelangt, so sind dieselben freilich als identisch mit denen der Kurven № II anzunehmen. Dies beweist, dass ρ in erster Annäherung als unabhängig von der Stärke der etwaigen magnetischen Dämpfung zu betrachten ist.

Dieses Resultat ist insofern günstig, als es gestattet, diese Grösse ρ bei verhältnismässig schwacher Dämpfung zu untersuchen (etwa bei $v = 1,5 - 2$). Man kann sich dann eine Tabelle der Werte von ρ (durch graphische Interpolation) herstellen und bei Bearbeitung verschiedener Kurven und Seismogramme für jede gemessene Amplitude den entsprechenden Wert von ρ in Betracht ziehen.

Was nun die Werte des Dämpfungsverhältnisses v anbelangt, so sind dieselben etwas mehr veränderlich als bei den Kurven № II, die Unterschiede sind aber nicht sehr beträchtlich, wenn man Rücksicht auf die Genauigkeit nimmt, mit welcher v für praktische Zwecke ermittelt werden soll. Nötigenfalls kann man von dieser Veränderlichkeit von v bei verschiedenen mittleren Amplituden Rechenschaft tragen und bei Bearbeitung der Seismogramme in Betracht ziehen. Dadurch wird man selbstverständlich bessere Resultate erzielen.

Das mittlere Dämpfungsverhältnis v bei Gas- und Petroleumberussung ergibt sich fast identisch.

Was nun die Werte von v_1 anbelangt, so sind sie im Allgemeinen etwas grösser als die entsprechenden Werte von v , die Unterschiede sind aber wiederum für grössere Amplituden nicht sehr gross. Nur für ganz kleine Amplituden nimmt v_1 in den meisten Fällen stark zu.

Gehen wir jetzt zu den letzten Kurven № IV über.

Es wurden bei Gasberussung 5 und bei Petroleumberussung 4 verschiedene Kurven aufgenommen.

Die Dämpfung wurde dabei ziemlich stark gewählt. Die entsprechende Entfernung der Pole der dämpfenden Magnete betrug dabei $8,0 \text{ m}$.

Bei einer so starken Dämpfung ist die genaue Bestimmung von v ziemlich schwierig.

Man muss nämlich für die Berechnung von v nach der Formel (26) drei Werte w_k für die Summen der Ordinaten haben. Nun wird bei starker Dämpfung die dritte Summe w_{k+2} im Allgemeinen sehr klein und infolgedessen kann sie mit einem verhältnismässig grossen prozentischen Fehler behaftet werden. Dadurch wird die genaue Bestimmung von v sehr erschwert.

Man kann aber zur Bestimmung von v einen anderen Weg einschlagen und sich nur mit zwei Werten von w_k begnügen, wenn ρ als Funktion von y_k schon bekannt ist.

Dazu greifen wir zu der ersten der Gleichungen (24) zurück.

Es seien also drei Ordinaten y_1, y_2, y_3 gemessen.

Die ihnen entsprechenden Werte von ρ seien ρ_1, ρ_2 und ρ_3 .

Dann können wir auf Grund der Gleichungen (24) mit genügender Annäherung schreiben

$$(y_1 + y_2) - (\rho_1 + \rho_2) = \{(y_2 + y_3) + (\rho_2 + \rho_3)\} v,$$

oder

$$v = \frac{(y_1 + y_2) - (\rho_1 + \rho_2)}{(y_2 + y_3) + (\rho_2 + \rho_3)} \dots \dots \dots (30)$$

Für stärkere Dämpfungsverhältnisse ist diese Formel viel bequemer, als die Formel (26). Von derselben habe ich eben bei den Kurven № IV Gebrauch gemacht. Es wurde dazu zuerst eine Kurve für die Abhängigkeit von ρ von y_k auf Grund der Ergebnisse für die Kurven № II und № III aufgezeichnet und aus dieser die den verschiedenen y_k entsprechenden Werte von ρ_k entnommen.

Um sich jedoch zu überzeugen, inwieweit die Benutzung der Formel (30) zu richtigen Resultaten führt, wurde für die erste der Kurven № II bei Gasberussung der Wert von v nochmals nach der Formel (30) berechnet.

Es ergab sich dabei Folgendes:

w_k	v
154,9 m/m	1,81
81,2	1,88
40,7	1,96
19,7	2,08
9,0	2,26
3,8	

Vergleicht man diese Werte mit den früher gefundenen Zahlen, so sieht man, dass sie bis etwa auf 0,1 identisch ausfallen.

Die Anwendung der Formel (30) ist also vollständig zulässig.

Es haben sich nun bei der Bearbeitung der Kurven № IV folgende Werte für die Dämpfungsverhältnisse v und v_1 ergeben.

Gasberussung.

w_k	v	v_1
67,1 $\frac{m}{m}$	8,09	8,44
7,95		
73,1 $\frac{m}{m}$	8,33	8,70
8,4		
106,4 $\frac{m}{m}$	8,06	8,44
12,6		
70,9 $\frac{m}{m}$	8,60	8,97
7,9		
66,55 $\frac{m}{m}$	8,34	8,70
7,65		

Im Mittel

$$v = 8,28.$$

Petroleumberussung.

w_k	v	v_1
77,15 $\frac{m}{m}$	9,13	9,52
8,10		
59,65 $\frac{m}{m}$	10,15	10,46
5,70		
51,9 $\frac{m}{m}$	10,73	11,04
4,7		
100,0 $\frac{m}{m}$	8,85	9,26
10,8		

Im Mittel

$$v = 9,72.$$

Die hier angeführten Zahlen zeigen erstens, dass bei einer Poldistanz von $8,0 \frac{m}{m}$, wo also auf jeder Seite der dämpfenden Kupferplatte noch ein $1,5 \frac{m}{m}$ freier Spielraum bleibt, die Dämpfung schon ganz beträchtlich geworden ist.

Die Werte von v sind nicht mehr so konstant, wie in den früheren Fällen und ändern sich etwas von einer Kurve zur anderen, aber für grössere Dämpfungsverhältnisse, wie die hier vorkommenden, sind solche Änderungen von keinem grossen Belang.

Überhaupt ist die genaue Bestimmung von v , wenn die Dämpfung schon gross geworden ist, eine sehr schwierige Aufgabe, speziell für kleinere Amplituden der Ausschläge. Es ist wohl anzunehmen, dass für ganz kleine Werte von y_k , v sich noch grösser ergeben würde.

v_1 ist überhaupt immer grösser als v , wie es auch nach der Formel (30) sein soll, da in ihr alle ρ immer als positive Grössen anzunehmen sind, aber bei den hier vorkommenden Werten von w_k , die nie sehr klein waren, sind diese Unterschiede gar nicht bedeutend. Auf jeden Fall sind sie kleiner, als die Unterschiede zwischen den einzelnen Werten von v .

Fassen wir nun die Resultate dieser mannigfaltigen Versuche zusammen, so sehen wir, dass die Einführung des Korrektionsgliedes ρ in die Grunddifferentialgleichung der Pendelbewegung sich als ganz zweckmässig erwiesen hat. Dadurch erreicht man eine viel bessere Konstanz des Dämpfungsverhältnisses v , speziell für kleine Amplituden, aber, trotz der Einführung von ρ , ist v bei ganz kleinen Amplituden etwas grösser, als bei grösseren Werten derselben. Die Unterschiede sind, in Anbetracht der Genauigkeit, mit welcher v für praktische Zwecke ermittelt werden muss, nicht sehr bedeutend, so dass man sich zuweilen mit einem Mittelwert von v begnügen kann. Nötigenfalls kann von der Änderung von v mit den Amplituden der Ausschläge Rechenschaft getragen werden.

Bei Anwendung der magnetischen Dämpfung hat sich ρ als eine ziemlich kleine Grösse ergeben, es ist aber nicht konstant, sondern nimmt mit Verkleinerung der Amplituden ab. Für ganz kleine Amplituden ist ρ äusserst klein, was zum Zweck der Auswertung der Seismogramme ein sehr günstiger Umstand ist.

Wir sehen also, dass die Voraussetzung über die Konstanz von ρ nicht vollkommen zutreffend ist; da aber ρ als klein sich ergeben hat, so ist dieser Umstand von keiner so grossen Bedeutung. Auf jeden Fall werden durch die Einführung von ρ die Resultate der Kurvenanalyse ganz bedeutend verbessert. Es bedarf noch weiterer, ziemlich eingehender Untersuchungen, um das Gesetz der Änderung von ρ bei Anwendung der mechanischen Registrierungsart klar zu legen.

Zum Schluss sei bemerkt, dass die verschiedenen hier angegebenen Formeln, zur Bestimmung des Dämpfungsverhältnisses ν nur dann angewandt werden können, wenn die Stärke der Dämpfung eine bestimmte Grenze nicht überschritten hat, wo man also mindestens 3 maximale Amplituden auf der entsprechenden Kurve mit genügender Genauigkeit noch messen kann.

Ist das nicht der Fall, so kann man von keiner dieser Formeln mehr Gebrauch machen.

Bei einem sehr stark gedämpften Horizontalpendel kann man sich jedoch besonderer Methoden bedienen, die ich erst in einer anderen Abhandlung besprechen werde.

§ 5.

Anwendung des Pendels für seismometrische Beobachtungen.

Die Versuche, welche mit dieser Art Pendel ausgeführt worden sind, haben also gezeigt, dass dieses Instrument bei passender Behandlung für seismometrische Zwecke vollkommen geeignet ist. Wie es zu verwenden ist, lässt sich aus allem hier Mitgeteilten und aus den Entwicklungen, die im § 2 meiner früher erwähnten Abhandlung¹⁾ niedergelegt sind, sehr gut übersehen.

Der Bequemlichkeit und Übersichtlichkeit halber werde ich jedoch diese Frage nochmals hier kurz behandeln und die entsprechenden Formeln zusammenstellen.

Hat man ein solches Pendel zur Verfügung, so wird man am besten tun, es in einem Kellerraum, wo die Temperaturschwankungen gering sind, aufzustellen. Das Lokal darf jedoch nicht zu feucht und ausserdem darf es nicht den Erschütterungen des Strassenverkehrs zu stark ausgesetzt sein. Die Wand, an welcher das Pendel aufgehängt wird, darf nicht von der Sonne bestrahlt werden; am besten wähle man eine innere Wand.

Um beide Komponenten der Bodenbewegung registrieren zu können, ist es wünschenswert, zwei Pendel senkrecht zu einander aufzustellen, das eine für die N — S und das andere für die E — W Komponente²⁾. Als Re-

¹⁾ Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. III. Livr. 2. № 1 (1909).

²⁾ Diese Pendel werden vom Mechaniker am Physikalischen Laboratorium der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg Herrn Masing nebst Vergrößerungsvorrichtung, dämpfenden Magneten, Ersatzfedern etc., aber jedoch ohne Registrierapparat, zum Preise von 150 Rubel das Stück geliefert.

gistrirapparat kann man irgend welchen entsprechenden Apparat anwenden, nur muss er einen möglichst gleichmässigen Gang haben und die Trommelgeschwindigkeit darf nicht zu klein sein, jedenfalls nicht kleiner als $15^m/m$ in der Minute, sonst wird die Erforschung kurzer seismischer Wellen sehr erschwert sein¹⁾.

Das zum Registrieren anzuwendende Papier muss möglichst glatt²⁾ sein, darf keine Poren besitzen und muss mit einer dünnen gleichmässig verteilten Russschicht überzogen werden, am besten von einem gewöhnlichen Gasbrenner mit Russflamme.

Bei der Aufstellung des Pendels muss man der richtigen Montierung der Vergrösserungsvorrichtung besondere Aufmerksamkeit widmen und sich vorher überzeugen, dass alles richtig funktioniert.

Für die Eigenperiode T des Pendels ohne Dämpfung *bei eingeschalteter Vergrösserungsvorrichtung* wähle man eine Periode von 20 bis 25 Sekunden.

Was nun die Stärke der Dämpfung anbelangt, so richte man dieselbe durch Annäherung der Magnetenpole nach Bedarf ein, aber das entsprechende Dämpfungsverhältnis muss auf jeden Fall nicht kleiner als 5 gewählt werden. Je grösser v ist, desto besser werden die theoretischen Forderungen zur genauen Auswertung der Seismogramme erfüllt, es kann aber bei dieser Art Pendel jedoch vorkommen, dass bei zu starker Dämpfung die Empfindlichkeit der Registrierung keine genügende wird.

Was nun die verschiedenen Pendelkonstanten anbelangt, so wird die reduzierte Pendellänge l durch Ausmessungen in der in § 1 angegebenen Weise bestimmt, unter Berücksichtigung der verschiedenen Korrekturen für die einzelnen schwingenden Massen.

Die Entfernung L_0 der Drehungsaxe vom Ende des Pendels, wo der kürzere Hebelarm der Vergrösserungsvorrichtung eingreift, so wie die Längen des kürzeren und längeren Hebelarmes selbst a und b werden direkt ausgemessen.

Ist nun also

$$L = \frac{b}{a} L_0 \dots \dots \dots (31)$$

bekannt, so stellt

$$V = \frac{L}{l} \dots \dots \dots (32)$$

¹⁾ Ziemlich gute, wenn auch einfache Apparate kann man von Bosch in Strassburg in E. (Münstergasse) beziehen; Preis pro Stück 300 Mark. Sehr vollkommene und genaue Registrierapparate werden von dem eben erwähnten Mechaniker Herrn Masing in Petersburg zum Preise von 350 Rubel geliefert. Bei diesen letzten Registrierapparaten ist jedoch die Entfernung der Linien auf der Trommel eine so grosse, dass man sie für zwei Komponenten zugleich verwerten kann.

²⁾ Sehr gutes Papier kann man von E. Zimmermann in Leipzig beziehen (Emilienstrasse 21).

die Vergrößerung des Pendels für unendlich kleine Perioden der Erdbebenwellen dar.

Die Eigenperiode des Pendels T bestimme man aus Schwingungsbeobachtungen bei sehr schwacher Dämpfung (bei ganz entfernten Magneten). Es lohnt sich dabei, sich der visuellen Methode mittelst Fernrohrs und Skala zu bedienen (man befestige dazu einen kleinen Spiegel in der Nähe der Drehungsaxe des Pendels).

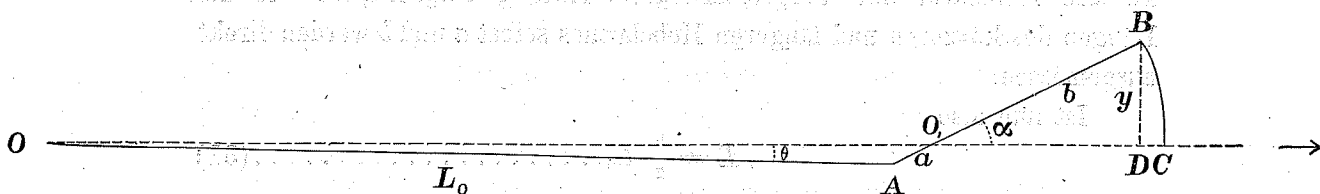
Bei Anwendung der mechanischen Registrierungsart, speziell bei Anwendung von Hebelübertragungen, muss man noch auf folgenden Umstand Acht geben.

Bei Ablenkung des Pendels beschreibt der Schreibstift am Papier nicht mehr gerade Linien, wie bei der optischen Registrierung, sondern Kreisbögen, somit werden die auf der Kurve gemessenen Ordinaten nicht mehr proportional den Winkelablenkungen des Pendels; sie bedürfen also einer kleinen positiven Korrektur Δy . Weiter geben auf der Zeitaxe die Abszissen der verschiedenen Punkte der Kurve nicht die entsprechenden wahren Zeitmomente wieder, sondern sie sind etwas grösser als die wahren, da die Trommel sich immer unter dem Schreibstift vom Pendel fortbewegt. Man muss also eine kleine negative Korrektur Δt anbringen.

Wollen wir nun die entsprechenden Korrekturen für die Amplituden und Zeiten bestimmen.

Es sei $OA = L_0$, wie oben, die Länge der Pendelstange selbst, die wir als gross voraussetzen wollen, a die des kürzeren und b des längeren Hebelarmes (Siehe die Fig. 8).

Fig. 8:



Das Pendel werde von seiner Ruhelage um einen sehr kleinen Winkel θ gedreht, dann drehe sich der Vergrößerungshebel um den Winkel α .

Mit genügender Annäherung kann man setzen

$$\alpha = \frac{L_0}{a} \theta.$$

Der entsprechende Ausschlag des Schreibstiftes auf der Registrier-

trommel, welcher sich nach rechts in der Richtung des Pfeils fortbewegen soll, sei y .

Da α klein ist, so kann man setzen:

$$y = b \cdot \sin \alpha = b\alpha \left[1 - \frac{\alpha^2}{6} \right].$$

Wir müssten aber an der Registriertrommel Ausschläge bekommen, die den Winkelausschlägen des Pendels wirklich proportional sind.

Bedeute nun

$$y_m = L_0 \frac{b}{a} \theta = b\alpha,$$

so wird die gemessene Amplitude y kleiner ausfallen als y_m ; sie bedarf infolgedessen einer kleinen positiven Korrektur

$$\Delta y = y_m - y = \frac{1}{6} b\alpha^3.$$

Es ergibt sich also, auf Grund der oberen Beziehung

$$\Delta y = \frac{1}{6} \frac{y^3}{b^2}, \dots \dots \dots (33)$$

wobei y im Verhältnis zu b klein sein soll.

Das ist die gesuchte Amplitudenkorrektur.

Wollen wir nun die Zeitkorrektur Δt bestimmen. Bedeute λ die Länge einer Sekunde auf der Registriertrommel, so ersieht man aus der Figur 8, dass die Abszisse des Punktes B einem Moment entspricht, welcher um $\frac{CD}{\lambda}$ grösser als der wahre ist.

Die Zeitkorrektur ist also immer eine negative Grösse, also

$$\Delta t = - \frac{CD}{\lambda}.$$

Nun ist

$$CD = b(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} b\alpha^2 = \frac{1}{2} \frac{y^2}{b},$$

folglich wird

$$\Delta t = - \frac{1}{2} \frac{y^2}{\lambda b} \dots \dots \dots (34)$$

Bei Ausmessung der entsprechenden Kurven müssen, wenn die Amplituden nicht sehr klein sind, diese beiden Korrekturen immer berücksichtigt werden.

Nach der Bestimmung von T gehe man zur Bestimmung von ρ über.

Man setze die Magnete auf, nehme ein Dämpfungsverhältnis v etwa gleich

1,5 — 2 und lasse das Pendel die Kurve seiner Eigenbewegung schreiben. Man messe dann eine Anzahl Maximalordinaten y_k , bringe an denselben die Korrekturen Δy an und bestimme ρ nach der Formel (25)¹⁾

$$\rho = \frac{1}{2} \frac{(y_{k+1} + y_{k+2})^2 - (y_k + y_{k+1})(y_{k+2} + y_{k+3})}{(y_k + y_{k+1}) - (y_{k+2} + y_{k+3})}.$$

Dieses ρ entspricht etwa einer mittleren Amplitude

$$\frac{y_k + y_{k+1} + y_{k+2} + y_{k+3}}{4}.$$

Hat man also ρ für verschiedene mittlere Amplituden ermittelt, so trage man diese Werte auf ein Koordinatennetz auf und stelle sich durch graphische Interpolation eine kleine Tabelle für ρ zusammen. Es ist wünschenswert diese Bestimmungen mehrmals zu wiederholen und zwar bei verschiedenen Werten von v ; ρ wird sich im Allgemeinen recht klein ergeben.

Wenn ρ für verschiedene Amplituden y_k einmal bekannt ist, so stelle man die dämpfenden Magnete auf die gewählte definitive Entfernung ein und gehe zur Bestimmung des wahren Dämpfungsverhältnisses v über.

Wenn die Dämpfung nicht zu stark ist, bediene man sich der Formel (26)

$$v = \frac{w_k - w_{k+1}}{w_{k+1} - w_{k+2}}, \dots \dots \dots (26)$$

wo $w_k = y_k + y_{k+1} \dots \dots \dots (23)$ bedeutet.

Bei ziemlich starker Dämpfung wende man die Formel (30) an

$$v = \frac{(y_1 + y_2) - (\rho_1 + \rho_2)}{(y_2 + y_3) - (\rho_2 + \rho_3)}, \dots \dots \dots (30)$$

unter Bezugnahme der schon bekannten Werte von ρ .

Bei sehr starker Dämpfung muss man sich schon anderer Methoden bedienen.

Bei Anwendung jeder dieser Methoden ist selbstverständlich auf die früher erwähnten Korrekturen Δy Rücksicht zu nehmen. Indem man noch bei diesen Versuchen die Grösse des ersten anfänglichen Ausschlags y_1 des Pendels variiert, kann man zum Teil die Änderung von v mit der Grösse der mittleren Amplitude y_k studieren, sich ebenfalls eine kleine Tabelle für

¹⁾ Siehe noch die Gleichung (23).

v herstellen und bei der Bearbeitung der Seismogramme für jede gemessene Amplitude das entsprechende v heranziehen; bei starker magnetischer Dämpfung aber kann man sich meistens mit einem mittleren Wert von v begnügen.

v bedeutet hier das *wahre* Dämpfungsverhältnis, welches durch die Formel (6)

$$v = e^{\pi m} \dots \dots \dots (6)$$

bestimmt ist.

Ist v einmal bekannt, so findet man daraus

$$m = \frac{1}{\pi \text{Lg}_{10} e} \cdot \text{Lg}_{10} v = 0,73295 \text{Lg}_{10} v \dots \dots \dots (35)$$

und auf Grund der Beziehungen (5) erhält man

$$\mu^2 = \frac{1}{1 + m^2} \dots \dots \dots (36)$$

μ^2 ist gerade diejenige Grösse, welche, inbezug auf die Dämpfung, für das Verhalten des Pendels gegen Erdbebenwellen maassgebend ist (siehe Formel (46)). Je stärker die Dämpfung ist, desto kleiner wird μ^2 .

Nach Beendigung aller dieser Vorversuche ist das Pendel schon für seismometrische Beobachtungen fertig.

Im Folgenden möge jetzt Einiges über die Bearbeitung der Erdbebendiagramme gesagt werden.

Die Momente des Eintreffens der ersten und zweiten Vorläufer P und S , wenn dieselben genügend scharf ausgeprägt sind, der Anfang der langen Wellen L und das Ende F des Bebens lassen sich aus den entsprechenden Seismogrammen direkt entnehmen.

Wollen wir uns nun mit der Bestimmung der absoluten Grösse der Amplitude der Bodenverschiebungen x_m beim Eintreten der Maximalphase befassen.

Man sucht auf den entsprechenden Seismogrammen diejenigen Stellen aus, wo die Pendelbewegung einen möglichst regelmässigen sinusartigen Charakter aufweist. Man misst dann die entsprechende Amplitude y auf der Kurve und bestimmt die zugehörige Periode T_p ¹⁾. Bei stark gedämpften Pendeln entsprechen bekanntlich solche Stellen der Seismogramme wirklich harmonischen Erdbebenwellen, wo die nach den Seismogrammen gemessene Periode T_p mit der Periode der Erdbebenwellen zusammenfällt.

¹⁾ Es muss dazu auf den Seismogrammen eine besondere Zeitmarkierung von einer guten Uhr angebracht werden, am besten jede Minute.

Setzen wir also voraus, dass die Bodenbewegung, etwa die N—S oder E—W Komponente, an dieser Stelle nach folgendem Gesetze erfolgt

$$x = x_m \sin(pt + \delta) \dots \dots \dots (37)$$

x_m ist die gesuchte Maximalamplitude der Bodenverschiebungen,

$$p = \frac{2\pi}{T_p} \dots \dots \dots (38)$$

und δ die anfängliche Phase der Bodenbewegung, welche jetzt keine weitere Bedeutung hat.

Bedeute nun θ den entsprechenden Winkelausschlag des Pendels und ist keine Reibung des Schreibstiftes vorhanden, so muss bekanntlich θ der folgenden Differentialgleichung genügen:

$$\theta'' + 2\varepsilon\theta' + n^2\theta + \frac{1}{l}x'' = 0 \dots \dots \dots (39)$$

ε ist die Dämpfungskonstante,

$$n = \frac{2\pi}{T},$$

und l die reduzierte Pendellänge.

Dabei ist

$$h = \frac{\varepsilon}{n}$$

und

$$\mu^2 = 1 - h^2 \dots \dots \dots (40)$$

Nun ergibt sich bekanntlich aus (39) bei Zugrundelegung der Beziehung (37)³⁾ bei genügend starker Dämpfung und bei nicht zu kleinen Werten von t ,

$$\theta = \frac{x_m}{l} \frac{1}{(1+u^2)\sqrt{1-\mu^2}f(u)} \cdot \sin\{p(t-\tau) + \delta\}, \dots \dots \dots (41)$$

wo

$$u = \frac{T_p}{T}, \dots \dots \dots (42)$$

$$f(u) = \left[\frac{2u}{(1+u^2)} \right]^2 \dots \dots \dots (43)$$

¹⁾ T ist die Eigenperiode des Pendels ohne Dämpfung.

²⁾ Man vergleiche die Formel (5).

³⁾ Man siehe «Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mitteilung». L. c. Formel (20).

und

$$\tau = \frac{T_p}{2\pi} \arctg \left\{ h \frac{2u}{u^2 - 1} \right\} \dots \dots \dots (44)$$

ist.

Nun ist

$$\theta = \frac{y}{L},$$

infolgedessen erhält man aus der Grundgleichung (8) mit Berücksichtigung der Korrektur ρ für die Reibung

$$(y + \rho) = \frac{L}{l} x_m \frac{1}{(1 + u^2) \sqrt{1 - \mu^2 f(u)}} \sin \{ p(t - \tau) + \delta \} \dots \dots \dots (45)$$

ρ ist positiv, wenn $y' > 0$ wird und umgekehrt.

Bedeute nun y_m die maximale gemessene Ordinate, so bekommt man, mit Bezugnahme auf die Beziehung (32) für die gesuchte Amplitude der Bodenverschiebungen x_m folgenden Ausdruck:

$$x_m = \frac{1}{V} (1 + u^2) \sqrt{1 - \mu^2 f(u)} \cdot (y_m + \rho_m) \dots \dots \dots (46)$$

Es ist leicht einzusehen, dass, wenn wir allen gemessenen Ordinaten, sei es nach oben, sei es nach unten, das Vorzeichen $+$ beilegen, ρ_m immer als eine positive additive Konstante zu y_m hinzugefügt werden muss. ρ_m ist aus der früher entworfenen Tabelle zu entnehmen.

y_m bedeutet hier die schon um Δy korrigierte Ordinate der Kurve.

Da die Periode T_p der Erdbebenwellen aus dem entsprechenden Seismogramm direkt zu entnehmen ist, so ist $u = \frac{T_p}{T}$ bekannt.

V und μ^2 sind zwei bekannte Pendelkonstanten, somit kann man x_m sehr leicht nach der Formel (46) berechnen¹⁾.

Zur Erleichterung dieser Rechnungen habe ich eine Tabelle der Werte $\text{Log } (1 + u^2)$ von $u = 0,01$ bis $u = 4,00$ berechnet und in einem speziellen Aufsatz «Hilfstabellen zur Auswertung von Seismogrammen bei Anwendung aperiodischer Instrumente» publiziert²⁾. Diese Tabelle möge nochmals hier als Tabelle I am Schluss dieser Abhandlung reproduziert werden. Es findet sich in meiner früheren Notiz auch eine kleine Tabelle der Werte von u für

1) Bei Ausmessung der Ordinaten eines Seismogrammes muss man sich merken, ob der gewählte Punkt oberhalb oder unterhalb der Nulllinie liegt, um zu wissen, ob der dem abgeleiteten Wert von x_m entsprechende Moment t_m einer Bodenverschiebung etwa nach N oder S zugeordnet ist. Bei dieser Art Pendel mit Vergrößerungsvorrichtung entspricht z. B. eine Ablenkung der Schreibfeder nach N einer Bodenverschiebung ebenfalls in derselben Richtung.

2) Siehe Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. III. Livr. 1 (1908).

verschiedene Werte von T_p und T , aber jedermann kann sich leicht für sein Pendel, wo T gegeben wird, eine kleine Tabelle der Werte von u für verschiedene T_p herstellen.

Weiter habe ich noch eine Tabelle der Werte $\text{Log} f(u)$ berechnet (von $u=0,01$ bis $u=4,00$). Sie ist am Schluss dieser Abhandlung als Tabelle II gegeben.

Mit Benutzung dieser Tabellen ist die Bestimmung der wahren Amplituden der Bodenbewegung eine sehr einfache Aufgabe.

Es erübrigt noch Folgendes zu bemerken.

Die Formel (41) zeigt, dass auf der Pendelkurve das der Bodenbewegung entsprechende Maximum y_m immer τ Sekunden später eintritt.

τ hängt nicht nur von der Periode der entsprechenden Erdbebenwelle, sondern nach (44) auch von u und h , also von der Eigenperiode des Pendels und der Stärke der Dämpfung ab.

Will man also einen rationellen Vergleich der Momente des Eintreffens einer und derselben Bebenphase auf verschiedenen seismischen Stationen vornehmen, so darf man nicht mehr die Momente der entsprechenden Maximen auf den Seismogrammen nehmen, da auf verschiedenen Stationen keine identischen Pendel (inbezug auf Periode und Dämpfungsstärke) verwendet werden. Bei einer genauen Analyse der Gesetze der Fortpflanzung der Bebenwellen, speziell für kleine Entfernungen, könnte das zu grossen Irrtümern führen, da bei einigermaassen grossen Werten von T_p , τ sich durchaus nicht klein erweist. Man wird indessen bei Bearbeitung der Seismogramme immer am besten tun, bei der Auswertung verschiedener Maximen nicht den Moment des Maximums auf der Kurve, sondern den entsprechenden wahren Moment der maximalen Bodenverschiebung angeben.

Dazu muss man zuerst zu der Abszisse des entsprechenden Maximums auf der Kurve die negative Korrektion Δt nach Formel (34) hinzufügen und dann noch den Wert von τ abziehen.

Zur Erleichterung dieser Rechnungen habe ich eine spezielle Tabelle der Werte von $\frac{\tau}{T_p}$ für verschiedene Werte von μ^2 , von $\mu^2=-0,2^1$ bis $\mu^2=0,9$, berechnet und zwar von $u=0,1$ bis $u=4,0$. Dieselbe befindet sich am Schluss dieser Abhandlung als Tabelle III angegeben. Für $u=0$ wird $\frac{\tau}{T_p}=0,500$ sein.

Zum Schluss ist noch eine vierte Tabelle der proportionalen Teile angeführt²⁾.

¹⁾ Die sehr kleine und negative Werthe von μ^2 entsprechen äusserst stark gedämpften Pendeln.

²⁾ Die hier angegebenen Tabellen können selbstverständlich auch bei anderen Typen von gedämpften Seismographen zur Auswertung von Seismogrammen verwendet werden.

Unter Berücksichtigung alles dessen, was hier mitgeteilt wurde, wird man wohl mit einiger Übung, bei der Bearbeitung der Seismogramme von einem verhältnismässig einfachen Horizontalpendel von der hier beschriebenen Form auch bei Anwendung der mechanischen Registrierung, ganz vertrauenswürdige Angaben für die verschiedenen Daten bezüglich der Erdbebenwellen bekommen.

§ 6.

Schlussfolgerungen.

Wollen wir nun zum Schluss die Hauptergebnisse dieser ganzen Untersuchung nochmals kurz zusammenfassen.

Das hier beschriebene schwere Horizontalpendel mit mechanischer Registrierung ist im Grunde ein sehr einfaches und bequem zu handhabendes Instrument. Es besitzt kein eigentliches Stativ und lässt sich an einer entsprechend orientierten Wand direkt anbringen.

Die Stützstifte sind durch Federn ersetzt, was speziell für den unteren Befestigungspunkt von besonderer Wichtigkeit ist, da von einer etwaigen Abstumpfung der Spitzen, die bei seismometrischen Beobachtungen zuweilen so lästig ist, nicht mehr die Rede sein kann.

Die untere Feder ist sehr kurz und dünn und in der Weise angebracht, dass man sie immer sehr leicht auswechseln kann.

Trotz der Anwendung der Federn hat das Pendel eine ganz bestimmte Drehungsaxe.

Die Eigenperiode des Pendels kann für praktische Zwecke als unabhängig von den Amplituden der Ausschläge betrachtet werden, was ebenfalls eine sehr wichtige Eigenschaft ist. Man kann sehr leicht diese Art Pendel auf eine sehr grosse Eigenperiode einstellen, wobei dieselbe ihren Wert in höchst befriedigender Weise behält.

Die zum Befestigungszwecke dienenden Federn üben fast keine dämpfende Wirkung aus.

Zur Vermehrung der Empfindlichkeit der Aufzeichnungen wird am Ende des ziemlich langen Hebelarmes eine Vergrösserungsvorrichtung (Hebelübertragung) angebracht.

Dieselbe zeichnet sich durch ausserordentliche Leichtigkeit aus. Als Drehungsaxe wird ein dünner Messing- oder Stahldraht benutzt. Die Verbindung mit dem Pendelarm geschieht mittelst einer in Achathütchen lie-

genden Stahlnadel. Eine dünne, äusserst leichte Spiralfeder hält beide Teile zusammen.

Diese Vergrösserungsvorrichtung arbeitet fast ganz reibungslos und setzt die Eigenperiode des Pendels nur um einen sehr kleinen Betrag herab. Sie besitzt keinen toten Gang und die Verbindung mit dem Pendelarm ist eine ganz sichere.

Die Dämpfung ist eine magnetische.

Obgleich die Pendelmasse ca. 100 Kilogramm beträgt, reichen zur Erzielung einer sehr starken Dämpfung zwei kleine permanente Magnete auf einem besonderen Gestell vollständig aus. Es ist sogar möglich mit denselben das betreffende Pendel, wenn seine Eigenperiode nicht zu klein gewählt wird, in ein vollkommen aperiodisches Instrument zu verwandeln.

Diese Art Dämpfung bietet manche erheblichen Vorteile dar. Erstens erfordert sie keine feinen Einstellungen, da immer zwischen der dämpfenden Kupferplatte und den Polflächen der Magnete ein genügend breiter Spielraum frei bleibt. Zweitens steht diese Dämpfungsvorrichtung vollkommen offen, somit kann sie immer sehr leicht kontrolliert werden. Drittens lässt sich die Stärke der Dämpfung sehr leicht variieren und auf eine bestimmte Grösse einstellen. Viertens erweist sich diese Dämpfung als sehr konstant und das Hantieren mit derselben ist besonders einfach und bequem. Sie lässt sich auch leicht an jedem Typus von Seismographen anbringen und zeichnet sich durch Billigkeit aus. Schliesslich entspricht die magnetische Dämpfung den Forderungen der Theorie, wonach das Moment der dämpfenden Kräfte proportional der Winkelgeschwindigkeit der Pendelbewegung sein soll.

Die normale Vergrösserung des Pendels ist etwa gleich 45, was für seismische Stationen zweiten Ranges als genügend angesehen werden darf.

Wegen der Grösse der angewandten Pendelmasse ist die dämpfende Wirkung des Schreibstiftes am Papier gering.

Bei Anwendung der mechanischen Registrierungsart muss in die Grunddifferentialgleichung der Pendelbewegung ein Korrektionsglied ρ , welches sich zu den Ordinaten y der Kurve der Pendelbewegung addiert, eingeführt werden.

ρ ändert sein Vorzeichen mit der Änderung der Richtung der Geschwindigkeit y' .

Bei dieser Art Pendel bei Anwendung der magnetischen Dämpfung ist ρ im Allgemeinen sehr klein, es bleibt aber nicht ganz konstant, sondern nimmt mit abnehmenden Amplituden ab. Für kleine Amplituden ist ρ ganz minimal, was für seismometrische Zwecke ein sehr günstiger Umstand ist, da man bei Erdbebenwellen bei wenig empfindlichen Pendeln hauptsächlich nur mit kleinen Pendelausschlägen zu tun hat.

ρ ist als unabhängig von der etwaigen Stärke der magnetischen Dämpfung zu betrachten, somit kann es in der in den §§ 3 und 4 angegebenen Weise aus Versuchen bei verhältnismässig schwacher Dämpfung ermittelt werden. Man kann sich dann leicht eine Tabelle der Änderung von ρ mit der mittleren Amplitude der Pendelausschläge y herstellen und von derselben bei der Auswertung von Seismogrammen Gebrauch machen.

Durch Einführung des Korrektionsgliedes ρ ergeben sich aus den Beobachtungen bei Anwendung der mechanischen Registrierung viel konstantere Werte für das Dämpfungsverhältniss v des Pendels.

Für sehr kleine Amplituden nimmt v (auch bei Berücksichtigung von ρ) etwas zu.

Zur Bestimmung von v kann man sich, je nach der Stärke der Dämpfung einer oder der anderen der hier angegebenen Methoden bedienen.

Es lässt sich teilweise aus den Versuchen die Abhängigkeit von v von der mittleren Amplitude y ermitteln, aber für praktische Zwecke kann man sich bei starker Dämpfung meistens mit einem mittleren Wert von v begnügen.

Durch Einführung des Korrektionsgliedes ρ in die Differentialgleichung der Pendelbewegung werden die Resultate der Kurvenanalyse bei mechanischer Registrierungsart wesentlich verbessert, die Annahme über die Konstanz von ρ entspricht aber nicht vollständig den Erfahrungen. Es sind unbedingt weitere, genauere Untersuchungen nötig, um die Eigenschaften der Funktion ρ klar zu legen und die entsprechenden nötigen Korrekturen in die Grunddifferentialgleichung einzuverleiben.

Bei mechanischer Registrierung, speziell bei Anwendung einer Vergrösserungsvorrichtung, bedürfen die aus den Pendelkurven gemessenen Koordinaten der Kurvenpunkte gewisser Amplituden- resp. Zeitkorrekturen, die durch den Umstand bedingt sind, dass die Schreibfeder bei Ablenkung des Pendels nicht gerade Linien sondern Kreisbögen beschreibt.

Bei optischer Registrierung fallen alle diese Korrekturen weg, infolgedessen ist diese Art der Registrierung der mechanischen weit überlegen.

Das hier beschriebene Horizontalpendel lässt sich sehr gut für seismometrische Zwecke anwenden. Wie es dabei zu behandeln ist, ist in § 5 dieser Abhandlung ausführlich angegeben.

Es lässt sich aus den Aufzeichnungen desselben, unter Berücksichtigung aller nötigen Korrekturen, wenn die Dämpfung genügend stark gewählt wird (v mindestens nicht kleiner als 5), die wahre Amplitude der Bodenverschiebungen beim Eintreffen von einfachen, harmonischen Erdbebenwellen sehr gut ableiten. Für den Moment des Eintreffens einer bestimmten Bebenphase darf man nicht den entsprechenden Moment an dem Seismo-

gramm angeben, da in demselben immer eine bestimmte Zeitverspätung τ eintritt, die von der Eigenperiode und Stärke der Dämpfung des Pendels abhängig ist, sondern man muss immer auf den Moment der entsprechenden wahren Bodenbewegung zurückgreifen und nur einen solchen in den seismischen Berichten angeben.

Zur Erleichterung aller dieser Rechnungen sind am Schluss dieser Abhandlung vier Tabellen beigegeben, die für alle Arten gedämpfter Seismographen anwendbar sind und die genaue Auswertung von Seismogrammen in erheblicher Weise vereinfachen können.

Unter Berücksichtigung aller hier angegebener Einzelheiten und Vorsichtsmaassregeln bezüglich der Anwendung dieses Pendels für seismometrische Zwecke, wird man wohl imstande sein, mit demselben ganz zuverlässige Daten über Erdbebenwellen zu sammeln, deshalb glaube ich, dass diese neue Art schweren Horizontalpendels mit mechanischer Registrierung an seismischen Stationen zweiten Ranges gute Dienste leisten kann.

Tabelle I.

$$\underline{\text{Log } (1 + w^2)}.$$

u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ
0,01	0,0000	0,0002	0,21	0,0187	0,0018	0,41	0,0675	0,0031	0,61	0,1374	0,0039
0,02	0,0002		0,22	0,0205		0,42	0,0706		0,62	0,1413	
0,03	0,0004	2	0,23	0,0224	19	0,43	0,0737	31	0,63	0,1452	39
0,04	0,0007	3	0,24	0,0243	19	0,44	0,0769	32	0,64	0,1491	39
0,05	0,0011	4	0,25	0,0263	20	0,45	0,0801	32	0,65	0,1531	40
0,06	0,0016	5	0,26	0,0284	21	0,46	0,0834	33	0,66	0,1570	39
0,07	0,0021	5	0,27	0,0306	22	0,47	0,0867	33	0,67	0,1610	40
0,08	0,0028	7	0,28	0,0328	22	0,48	0,0900	33	0,68	0,1651	41
0,09	0,0035	7	0,29	0,0351	23	0,49	0,0935	35	0,69	0,1691	40
0,10	0,0043	8	0,30	0,0374	23	0,50	0,0969	34	0,70	0,1732	41
0,11	0,0052	9	0,31	0,0399	25	0,51	0,1004	35	0,71	0,1773	41
0,12	0,0062	10	0,32	0,0423	24	0,52	0,1039	35	0,72	0,1814	41
0,13	0,0073	11	0,33	0,0449	26	0,53	0,1075	36	0,73	0,1855	41
0,14	0,0084	11	0,34	0,0475	26	0,54	0,1111	36	0,74	0,1897	42
0,15	0,0097	13	0,35	0,0502	27	0,55	0,1148	37	0,75	0,1938	41
0,16	0,0110	13	0,36	0,0529	27	0,56	0,1185	37	0,76	0,1980	42
0,17	0,0124	14	0,37	0,0557	28	0,57	0,1222	37	0,77	0,2022	42
0,18	0,0138	14	0,38	0,0586	29	0,58	0,1259	37	0,78	0,2064	42
0,19	0,0154	16	0,39	0,0615	29	0,59	0,1297	38	0,79	0,2106	42
0,20	0,0170	16	0,40	0,0645	30	0,60	0,1335	38	0,80	0,2148	42
		17			30			39			43

u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ
0,81	0,2191	0,0042	1,01	0,3054	0,0043	1,21	0,3917	0,0042	1,41	0,4754	0,0041
0,82	0,2233		1,02	0,3097		1,22	0,3959		1,42	0,4795	
0,83	0,2276	43	1,03	0,3141	44	1,23	0,4002	43	1,43	0,4836	41
0,84	0,2319	43	1,04	0,3184	43	1,24	0,4044	42	1,44	0,4876	40
0,85	0,2362	43	1,05	0,3227	43	1,25	0,4087	43	1,45	0,4917	41
0,86	0,2404	42	1,06	0,3271	44	1,26	0,4129	42	1,46	0,4958	41
0,87	0,2447	43	1,07	0,3314	43	1,27	0,4171	42	1,47	0,4998	40
0,88	0,2491	44	1,08	0,3357	43	1,28	0,4213	42	1,48	0,5038	40
0,89	0,2534	43	1,09	0,3401	44	1,29	0,4256	43	1,49	0,5079	41
0,90	0,2577	43	1,10	0,3444	43	1,30	0,4298	42	1,50	0,5119	40
0,91	0,2620	43	1,11	0,3487	43	1,31	0,4339	41	1,51	0,5159	40
0,92	0,2663	43	1,12	0,3530	43	1,32	0,4381	42	1,52	0,5199	40
0,93	0,2707	44	1,13	0,3573	43	1,33	0,4423	42	1,53	0,5239	40
0,94	0,2750	43	1,14	0,3617	44	1,34	0,4465	42	1,54	0,5278	39
0,95	0,2793	43	1,15	0,3660	43	1,35	0,4506	41	1,55	0,5318	40
0,96	0,2837	44	1,16	0,3703	43	1,36	0,4548	42	1,56	0,5357	39
0,97	0,2880	43	1,17	0,3745	42	1,37	0,4589	41	1,57	0,5397	40
0,98	0,2923	43	1,18	0,3788	43	1,38	0,4631	42	1,58	0,5436	39
0,99	0,2967	44	1,19	0,3831	43	1,39	0,4672	41	1,59	0,5475	39
1,00	0,3010	43	1,20	0,3874	43	1,40	0,4713	41	1,60	0,5514	39
		44			43			41			39

u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ	u	Log $(1+u^2)$	Δ
1,61	0,5553	0,0039	1,81	0,6310	0,0037	2,01	0,7024	0,0035	2,21	0,7697	0,0032
1,62	0,5592		1,82	0,6347		2,02	0,7059		2,22	0,7729	
1,63	0,5631	39	1,83	0,6384	37	2,03	0,7093	34	2,23	0,7762	33
1,64	0,5670	39	1,84	0,6420	36	2,04	0,7128	35	2,24	0,7794	32
1,65	0,5708	38	1,85	0,6457	37	2,05	0,7162	34	2,25	0,7827	33
1,66	0,5747	39	1,86	0,6493	36	2,06	0,7196	34	2,26	0,7859	32
1,67	0,5785	38	1,87	0,6529	36	2,07	0,7230	34	2,27	0,7891	32
1,68	0,5823	38	1,88	0,6565	36	2,08	0,7264	34	2,28	0,7923	32
1,69	0,5861	38	1,89	0,6601	36	2,09	0,7298	34	2,29	0,7955	32
1,70	0,5899	38	1,90	0,6637	36	2,10	0,7332	34	2,30	0,7987	31
1,71	0,5937	38	1,91	0,6673	35	2,11	0,7366	33	2,31	0,8018	32
1,72	0,5975	38	1,92	0,6708	36	2,12	0,7399	34	2,32	0,8050	31
1,73	0,6013	37	1,93	0,6744	35	2,13	0,7433	33	2,33	0,8081	32
1,74	0,6050	38	1,94	0,6779	36	2,14	0,7466	33	2,34	0,8113	31
1,75	0,6088	37	1,95	0,6815	35	2,15	0,7499	33	2,35	0,8144	31
1,76	0,6125	38	1,96	0,6850	35	2,16	0,7532	34	2,36	0,8175	32
1,77	0,6163	37	1,97	0,6885	35	2,17	0,7566	32	2,37	0,8207	31
1,78	0,6200	37	1,98	0,6920	35	2,18	0,7598	33	2,38	0,8238	31
1,79	0,6237	37	1,99	0,6955	35	2,19	0,7631	33	2,39	0,8269	30
1,80	0,6274	36	2,00	0,6990	34	2,20	0,7664	33	2,40	0,8299	31

u	Log (1+ u^2)	Δ	u	Log (1+ u^2)	Δ	u	Log (1+ u^2)	Δ	u	Log (1+ u^2)	Δ
2,41	0,8330	0,0081	2,61	0,8928	0,0029	2,81	0,9492	0,0027	3,01	1,0026	0,0026
2,42	0,8361		2,62	0,8957		2,82	0,9519		3,02	1,0052	
2,43	0,8392		2,63	0,8986		2,83	0,9547		3,03	1,0078	
2,44	0,8422	31	2,64	0,9014	29	2,84	0,9574	28	3,04	1,0104	26
2,45	0,8453	30	2,65	0,9043	28	2,85	0,9601	27	3,05	1,0129	26
2,46	0,8483	31	2,66	0,9072	29	2,86	0,9628	27	3,06	1,0155	26
2,47	0,8513	30	2,67	0,9100	28	2,87	0,9655	27	3,07	1,0181	26
2,48	0,8543	30	2,68	0,9129	29	2,88	0,9682	27	3,08	1,0206	25
2,49	0,8573	30	2,69	0,9157	28	2,89	0,9709	27	3,09	1,0232	26
2,50	0,8603	30	2,70	0,9186	29	2,90	0,9736	27	3,10	1,0257	25
2,51	0,8633	30	2,71	0,9214	28	2,91	0,9763	27	3,11	1,0282	25
2,52	0,8663	30	2,72	0,9242	28	2,92	0,9789	26	3,12	1,0308	26
2,53	0,8693	30	2,73	0,9270	28	2,93	0,9816	27	3,13	1,0333	25
2,54	0,8722	29	2,74	0,9298	28	2,94	0,9842	26	3,14	1,0358	25
2,55	0,8752	30	2,75	0,9326	28	2,95	0,9869	27	3,15	1,0383	25
2,56	0,8782	30	2,76	0,9354	28	2,96	0,9895	26	3,16	1,0408	25
2,57	0,8811	29	2,77	0,9382	28	2,97	0,9922	27	3,17	1,0433	25
2,58	0,8840	29	2,78	0,9409	27	2,98	0,9948	26	3,18	1,0458	25
2,59	0,8869	29	2,79	0,9437	28	2,99	0,9974	26	3,19	1,0483	25
2,60	0,8899	30	2,80	0,9465	28	3,00	1,0000	26	3,20	1,0508	25
		29			27			26			24

u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ	u	$\text{Log}(1+u^2)$	Δ
3,21	1,0532	0,0025 25 24 25 24	3,41	1,1013	0,0024 23 23 24 23	3,61	1,1471	0,0023 22 22 22 22	3,81	1,1908	0,0021 21 22 21 21
3,22	1,0557		3,42	1,1037		3,62	1,1494		3,82	1,1929	
3,23	1,0582		3,43	1,1060		3,63	1,1516		3,83	1,1950	
3,24	1,0606		3,44	1,1083		3,64	1,1538		3,84	1,1972	
3,25	1,0631		3,45	1,1107		3,65	1,1560		3,85	1,1993	
3,26	1,0655	24 24 24 25 24	3,46	1,1130	23 23 23 23 23	3,66	1,1582	22 22 22 22 22	3,86	1,2014	21 21 21 21 21
3,27	1,0679		3,47	1,1153		3,67	1,1604		3,87	1,2035	
3,28	1,0703		3,48	1,1176		3,68	1,1626		3,88	1,2056	
3,29	1,0728		3,49	1,1199		3,69	1,1648		3,89	1,2077	
3,30	1,0752		3,50	1,1222		3,70	1,1670		3,90	1,2098	
3,31	1,0776	24 24 24 24 23	3,51	1,1245	23 23 23 23 23	3,71	1,1692	22 22 22 22 22	3,91	1,2119	21 21 21 21 20
3,32	1,0800		3,52	1,1268		3,72	1,1714		3,92	1,2140	
3,33	1,0824		3,53	1,1291		3,73	1,1736		3,93	1,2160	
3,34	1,0848		3,54	1,1313		3,74	1,1757		3,94	1,2181	
3,35	1,0872		3,55	1,1336		3,75	1,1779		3,95	1,2202	
3,36	1,0895	24 24 23 24 23	3,56	1,1359	22 22 22 22 22	3,76	1,1801	21 22 21 21 21	3,96	1,2222	21 21 20 21 20
3,37	1,0919		3,57	1,1381		3,77	1,1822		3,97	1,2243	
3,38	1,0943		3,58	1,1404		3,78	1,1844		3,98	1,2264	
3,39	1,0966		3,59	1,1426		3,79	1,1865		3,99	1,2284	
3,40	1,0990		3,60	1,1449		3,80	1,1886		4,00	1,2304	

Tabelle II.

$$\frac{\text{Log } f(u)}{.}$$

$$f(u)=\left[\frac{2u}{1+u^2}\right]^2.$$

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
0,01	$\bar{4},6020$	$+0,6018$	0,26	$\bar{1},3752$	$+0,0285$
0,02	$\bar{3},2038$	0,3517	0,27	$\bar{1},4037$	0,0271
0,03	$\bar{3},5555$	0,2493	0,28	$\bar{1},4308$	0,0259
0,04	$\bar{3},8048$	0,1930	0,29	$\bar{1},4567$	0,0247
0,05	$\bar{3},9978$	0,1574	0,30	$\bar{1},4814$	0,0237
0,06	$\bar{2},1552$	0,1323	0,31	$\bar{1},5051$	0,0226
0,07	$\bar{2},2880$	0,1147	0,32	$\bar{1},5277$	0,0216
0,08	$\bar{2},4027$	0,1008	0,33	$\bar{1},5493$	0,0207
0,09	$\bar{2},5035$	0,0899	0,34	$\bar{1},5700$	0,0198
0,10	$\bar{2},5934$	0,0810	0,35	$\bar{1},5898$	0,0190
0,11	$\bar{2},6744$	0,0736	0,36	$\bar{1},6088$	0,0182
0,12	$\bar{2},7480$	0,0674	0,37	$\bar{1},6270$	0,0175
0,13	$\bar{2},8154$	0,0621	0,38	$\bar{1},6445$	0,0167
0,14	$\bar{2},8775$	0,0574	0,39	$\bar{1},6612$	0,0161
0,15	$\bar{2},9349$	0,0534	0,40	$\bar{1},6773$	0,0154
0,16	$\bar{2},9883$	0,0499	0,41	$\bar{1},6927$	0,0147
0,17	$\bar{1},0382$	0,0467	0,42	$\bar{1},7074$	0,0142
0,18	$\bar{1},0849$	0,0439	0,43	$\bar{1},7216$	0,0136
0,19	$\bar{1},1288$	0,0413	0,44	$\bar{1},7352$	0,0131
0,20	$\bar{1},1701$	0,0389	0,45	$\bar{1},7483$	0,0126
0,21	$\bar{1},2090$	0,0368	0,46	$\bar{1},7609$	0,0120
0,22	$\bar{1},2458$	0,0349	0,47	$\bar{1},7729$	0,0115
0,23	$\bar{1},2807$	0,0331	0,48	$\bar{1},7844$	0,0111
0,24	$\bar{1},3138$	0,0315	0,49	$\bar{1},7955$	0,0107
0,25	$\bar{1},3453$	0,0299	0,50	$\bar{1},8062$	0,0103

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
0,51	$\bar{1},8164$	+0,0098 94 90 86 83	0,76	$\bar{1},9677$	+0,0080 27 27 25 23
0,52	$\bar{1},8262$		0,77	$\bar{1},9707$	
0,53	$\bar{1},8356$		0,78	$\bar{1},9734$	
0,54	$\bar{1},8446$		0,79	$\bar{1},9761$	
0,55	$\bar{1},8532$		0,80	$\bar{1},9786$	
0,56	$\bar{1},8615$	79 76 73 70 67	0,81	$\bar{1},9809$	21 20 19 17 16
0,57	$\bar{1},8694$		0,82	$\bar{1},9830$	
0,58	$\bar{1},8770$		0,83	$\bar{1},9850$	
0,59	$\bar{1},8843$		0,84	$\bar{1},9869$	
0,60	$\bar{1},8913$		0,85	$\bar{1},9886$	
0,61	$\bar{1},8980$	63 61 58 56 53	0,86	$\bar{1},9902$	14 13 12 11 9
0,62	$\bar{1},9043$		0,87	$\bar{1},9916$	
0,63	$\bar{1},9104$		0,88	$\bar{1},9929$	
0,64	$\bar{1},9162$		0,89	$\bar{1},9941$	
0,65	$\bar{1},9218$		0,90	$\bar{1},9952$	
0,66	$\bar{1},9271$	50 48 46 44 41	0,91	$\bar{1},9961$	9 7 6 5 5
0,67	$\bar{1},9321$		0,92	$\bar{1},9970$	
0,68	$\bar{1},9369$		0,93	$\bar{1},9977$	
0,69	$\bar{1},9415$		0,94	$\bar{1},9983$	
0,70	$\bar{1},9459$		0,95	$\bar{1},9988$	
0,71	$\bar{1},9500$	39 38 35 33 32	0,96	$\bar{1},9993$	3 2 2 0 0
0,72	$\bar{1},9539$		0,97	$\bar{1},9996$	
0,73	$\bar{1},9577$		0,98	$\bar{1},9998$	
0,74	$\bar{1},9612$		0,99	0,0000	
0,75	$\bar{1},9645$		1,00	0,0000	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
1,01	0,0000	-0,0002 2 3 3 5	1,26	$\bar{1},9770$	-0,0016 16 17 17 17
1,02	$\bar{1},9998$		1,27	$\bar{1},9754$	
1,03	$\bar{1},9996$		1,28	$\bar{1},9738$	
1,04	$\bar{1},9993$		1,29	$\bar{1},9721$	
1,05	$\bar{1},9990$		1,30	$\bar{1},9704$	
1,06	$\bar{1},9985$	5 6 6 7 8	1,31	$\bar{1},9687$	18 17 19 19 18
1,07	$\bar{1},9980$		1,32	$\bar{1},9669$	
1,08	$\bar{1},9974$		1,33	$\bar{1},9652$	
1,09	$\bar{1},9968$		1,34	$\bar{1},9633$	
1,10	$\bar{1},9961$		1,35	$\bar{1},9614$	
1,11	$\bar{1},9953$	9 9 9 11 10	1,36	$\bar{1},9596$	19 20 20 20 20
1,12	$\bar{1},9944$		1,37	$\bar{1},9577$	
1,13	$\bar{1},9935$		1,38	$\bar{1},9557$	
1,14	$\bar{1},9926$		1,39	$\bar{1},9537$	
1,15	$\bar{1},9915$		1,40	$\bar{1},9517$	
1,16	$\bar{1},9905$	12 11 13 13 13	1,41	$\bar{1},9497$	20 21 21 21 22
1,17	$\bar{1},9893$		1,42	$\bar{1},9477$	
1,18	$\bar{1},9882$		1,43	$\bar{1},9456$	
1,19	$\bar{1},9869$		1,44	$\bar{1},9435$	
1,20	$\bar{1},9856$		1,45	$\bar{1},9414$	
1,21	$\bar{1},9843$	14 14 14 16 15	1,46	$\bar{1},9392$	21 22 22 22 22
1,22	$\bar{1},9829$		1,47	$\bar{1},9371$	
1,23	$\bar{1},9815$		1,48	$\bar{1},9349$	
1,24	$\bar{1},9801$		1,49	$\bar{1},9327$	
1,25	$\bar{1},9785$		1,50	$\bar{1},9305$	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
1,51	$\bar{1},9283$	-0,0023 23 23 23 23	1,76	$\bar{1},8680$	-0,0025 25 26 25 26
1,52	$\bar{1},9260$		1,77	$\bar{1},8655$	
1,53	$\bar{1},9237$		1,78	$\bar{1},8630$	
1,54	$\bar{1},9214$		1,79	$\bar{1},8604$	
1,55	$\bar{1},9191$		1,80	$\bar{1},8579$	
1,56	$\bar{1},9168$	23 24 23 24 24	1,81	$\bar{1},8553$	25 26 26 25 26
1,57	$\bar{1},9145$		1,82	$\bar{1},8528$	
1,58	$\bar{1},9121$		1,83	$\bar{1},8502$	
1,59	$\bar{1},9098$		1,84	$\bar{1},8476$	
1,60	$\bar{1},9074$		1,85	$\bar{1},8451$	
1,61	$\bar{1},9050$	24 24 24 25 24	1,86	$\bar{1},8425$	26 26 26 25 26
1,62	$\bar{1},9026$		1,87	$\bar{1},8399$	
1,63	$\bar{1},9002$		1,88	$\bar{1},8373$	
1,64	$\bar{1},8978$		1,89	$\bar{1},8347$	
1,65	$\bar{1},8953$		1,90	$\bar{1},8322$	
1,66	$\bar{1},8929$	24 25 25 24 25	1,91	$\bar{1},8296$	26 26 26 26 26
1,67	$\bar{1},8905$		1,92	$\bar{1},8270$	
1,68	$\bar{1},8880$		1,93	$\bar{1},8244$	
1,69	$\bar{1},8855$		1,94	$\bar{1},8218$	
1,70	$\bar{1},8831$		1,95	$\bar{1},8192$	
1,71	$\bar{1},8806$	25 25 25 26 25	1,96	$\bar{1},8166$	26 26 26 26 26
1,72	$\bar{1},8781$		1,97	$\bar{1},8140$	
1,73	$\bar{1},8756$		1,98	$\bar{1},8114$	
1,74	$\bar{1},8731$		1,99	$\bar{1},8088$	
1,75	$\bar{1},8705$		2,00	$\bar{1},8062$	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
2,01	$\bar{1},8036$	- 0,0026 26 26 27 26	2,26	$\bar{1},7385$	- 0,0025 26 26 26 26
2,02	$\bar{1},8010$		2,27	$\bar{1},7360$	
2,03	$\bar{1},7984$		2,28	$\bar{1},7334$	
2,04	$\bar{1},7958$		2,29	$\bar{1},7308$	
2,05	$\bar{1},7931$		2,30	$\bar{1},7282$	
2,06	$\bar{1},7905$	26 26 26 26 26	2,31	$\bar{1},7256$	25 26 26 25 26
2,07	$\bar{1},7879$		2,32	$\bar{1},7231$	
2,08	$\bar{1},7853$		2,33	$\bar{1},7205$	
2,09	$\bar{1},7827$		2,34	$\bar{1},7179$	
2,10	$\bar{1},7801$		2,35	$\bar{1},7154$	
2,11	$\bar{1},7775$	26 26 26 26 26	2,36	$\bar{1},7128$	25 26 26 25 26
2,12	$\bar{1},7749$		2,37	$\bar{1},7103$	
2,13	$\bar{1},7723$		2,38	$\bar{1},7077$	
2,14	$\bar{1},7697$		2,39	$\bar{1},7051$	
2,15	$\bar{1},7671$		2,40	$\bar{1},7026$	
2,16	$\bar{1},7645$	26 26 26 26 26	2,41	$\bar{1},7000$	25 25 26 25 25
2,17	$\bar{1},7619$		2,42	$\bar{1},6975$	
2,18	$\bar{1},7593$		2,43	$\bar{1},6950$	
2,19	$\bar{1},7567$		2,44	$\bar{1},6924$	
2,20	$\bar{1},7541$		2,45	$\bar{1},6899$	
2,21	$\bar{1},7515$	26 26 26 26 26	2,46	$\bar{1},6874$	26 25 25 25 26
2,22	$\bar{1},7489$		2,47	$\bar{1},6848$	
2,23	$\bar{1},7463$		2,48	$\bar{1},6823$	
2,24	$\bar{1},7437$		2,49	$\bar{1},6798$	
2,25	$\bar{1},7411$		2,50	$\bar{1},6773$	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
2,51	$\bar{1},6747$	-0,0025 25 25 25 25	2,76	$\bar{1},6131$	-0,0024 24 24 24 24
2,52	$\bar{1},6722$		2,77	$\bar{1},6107$	
2,53	$\bar{1},6697$		2,78	$\bar{1},6083$	
2,54	$\bar{1},6672$		2,79	$\bar{1},6059$	
2,55	$\bar{1},6647$		2,80	$\bar{1},6035$	
2,56	$\bar{1},6622$	25 24 25 25 25	2,81	$\bar{1},6011$	24 24 24 24 23
2,57	$\bar{1},6597$		2,82	$\bar{1},5987$	
2,58	$\bar{1},6573$		2,83	$\bar{1},5963$	
2,59	$\bar{1},6548$		2,84	$\bar{1},5939$	
2,60	$\bar{1},6523$		2,85	$\bar{1},5915$	
2,61	$\bar{1},6498$	25 24 25 25 24	2,86	$\bar{1},5892$	24 24 24 23 24
2,62	$\bar{1},6473$		2,87	$\bar{1},5868$	
2,63	$\bar{1},6449$		2,88	$\bar{1},5844$	
2,64	$\bar{1},6424$		2,89	$\bar{1},5820$	
2,65	$\bar{1},6399$		2,90	$\bar{1},5797$	
2,66	$\bar{1},6375$	25 24 25 24 25	2,91	$\bar{1},5773$	23 24 23 24 23
2,67	$\bar{1},6350$		2,92	$\bar{1},5750$	
2,68	$\bar{1},6326$		2,93	$\bar{1},5726$	
2,69	$\bar{1},6301$		2,94	$\bar{1},5703$	
2,70	$\bar{1},6277$		2,95	$\bar{1},5679$	
2,71	$\bar{1},6252$	24 24 25 24 24	2,96	$\bar{1},5656$	23 24 23 23 23
2,72	$\bar{1},6228$		2,97	$\bar{1},5633$	
2,73	$\bar{1},6204$		2,98	$\bar{1},5609$	
2,74	$\bar{1},6179$		2,99	$\bar{1},5586$	
2,75	$\bar{1},6155$		3,00	$\bar{1},5563$	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
3,01	$\bar{1},5540$	-0,0023 23 23 23 23	3,26	$\bar{1},4975$	-0,0022 22 22 22 22
3,02	$\bar{1},5517$		3,27	$\bar{1},4953$	
3,03	$\bar{1},5494$		3,28	$\bar{1},4931$	
3,04	$\bar{1},5471$		3,29	$\bar{1},4909$	
3,05	$\bar{1},5448$		3,30	$\bar{1},4887$	
3,06	$\bar{1},5425$	23 23 23 23 22	3,31	$\bar{1},4865$	21 22 22 22 21
3,07	$\bar{1},5402$		3,32	$\bar{1},4844$	
3,08	$\bar{1},5379$		3,33	$\bar{1},4822$	
3,09	$\bar{1},5356$		3,34	$\bar{1},4800$	
3,10	$\bar{1},5333$		3,35	$\bar{1},4778$	
3,11	$\bar{1},5311$	23 23 22 23 22	3,36	$\bar{1},4757$	22 21 22 22 21
3,12	$\bar{1},5288$		3,37	$\bar{1},4735$	
3,13	$\bar{1},5265$		3,38	$\bar{1},4714$	
3,14	$\bar{1},5243$		3,39	$\bar{1},4692$	
3,15	$\bar{1},5220$		3,40	$\bar{1},4670$	
3,16	$\bar{1},5198$	23 22 22 23 22	3,41	$\bar{1},4649$	21 22 21 22 21
3,17	$\bar{1},5175$		3,42	$\bar{1},4628$	
3,18	$\bar{1},5153$		3,43	$\bar{1},4606$	
3,19	$\bar{1},5131$		3,44	$\bar{1},4585$	
3,20	$\bar{1},5108$		3,45	$\bar{1},4563$	
3,21	$\bar{1},5086$	22 23 22 22 22	3,46	$\bar{1},4542$	21 21 21 21 21
3,22	$\bar{1},5064$		3,47	$\bar{1},4521$	
3,23	$\bar{1},5041$		3,48	$\bar{1},4500$	
3,24	$\bar{1},5019$		3,49	$\bar{1},4479$	
3,25	$\bar{1},4997$		3,50	$\bar{1},4458$	

u	$\text{Log } f(u)$	Δ	u	$\text{Log } f(u)$	Δ
3,51	$\bar{1},4487$	$-0,0021$	3,76	$\bar{1},3923$	$-0,0020$
3,52	$\bar{1},4416$	22	3,77	$\bar{1},3903$	20
3,53	$\bar{1},4394$	20	3,78	$\bar{1},3883$	20
3,54	$\bar{1},4374$	21	3,79	$\bar{1},3863$	20
3,55	$\bar{1},4353$	21	3,80	$\bar{1},3843$	20
3,56	$\bar{1},4332$	21	3,81	$\bar{1},3823$	19
3,57	$\bar{1},4311$	21	3,82	$\bar{1},3804$	20
3,58	$\bar{1},4290$	20	3,83	$\bar{1},3784$	20
3,59	$\bar{1},4270$	21	3,84	$\bar{1},3764$	20
3,60	$\bar{1},4249$	21	3,85	$\bar{1},3744$	19
3,61	$\bar{1},4228$	20	3,86	$\bar{1},3725$	20
3,62	$\bar{1},4208$	21	3,87	$\bar{1},3705$	20
3,63	$\bar{1},4187$	20	3,88	$\bar{1},3685$	19
3,64	$\bar{1},4167$	21	3,89	$\bar{1},3666$	20
3,65	$\bar{1},4146$	20	3,90	$\bar{1},3646$	19
3,66	$\bar{1},4126$	21	3,91	$\bar{1},3627$	20
3,67	$\bar{1},4105$	20	3,92	$\bar{1},3607$	19
3,68	$\bar{1},4085$	20	3,93	$\bar{1},3588$	19
3,69	$\bar{1},4065$	21	3,94	$\bar{1},3569$	20
3,70	$\bar{1},4044$	20	3,95	$\bar{1},3549$	19
3,71	$\bar{1},4024$	20	3,96	$\bar{1},3530$	19
3,72	$\bar{1},4004$	20	3,97	$\bar{1},3511$	20
3,73	$\bar{1},3984$	21	3,98	$\bar{1},3491$	19
3,74	$\bar{1},3963$	20	3,99	$\bar{1},3472$	19
3,75	$\bar{1},3943$	20	4,00	$\bar{1},3453$	

Tabelle III.

$$\frac{\tau}{T_p} = \frac{1}{2\pi} \operatorname{arctg} \left\{ h \frac{2u}{u^2 - 1} \right\}.$$

$$h = \sqrt{1 - \mu^2}.$$

	$\mu^2 = -0,2$		$\mu^2 = -0,1$		$\mu^2 = 0,0$		$\mu^2 = 0,1$	
u	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.
		-0,0		-0,0		-0,0		-0,0
0,1	0,465	33	0,467	33	0,468	31	0,470	30
0,2	0,432	32	0,434	30	0,437	30	0,440	29
0,3	0,400	28	0,404	29	0,407	28	0,411	28
0,4	0,372	26	0,375	26	0,379	27	0,383	27
0,5	0,346	24	0,349	24	0,352	24	0,356	24
0,6	0,322	21	0,325	23	0,328	22	0,332	24
0,7	0,301	19	0,303	19	0,306	21	0,308	21
0,8	0,282	17	0,284	18	0,285	18	0,287	19
0,9	0,265	15	0,266	16	0,267	17	0,268	18
1,0	0,250	14	0,250	14	0,250	15	0,250	16
1,1	0,236	13	0,236	14	0,235	14	0,234	14
1,2	0,224	12	0,222	11	0,221	12	0,220	13
1,3	0,212	10	0,211	11	0,209	12	0,207	12
1,4	0,202	10	0,200	10	0,197	10	0,195	11
1,5	0,192	9	0,190	9	0,187	9	0,184	10
1,6	0,183	8	0,181	9	0,178	9	0,174	8
1,7	0,175	7	0,172	7	0,169	8	0,166	8
1,8	0,168	7	0,165	7	0,161	7	0,158	8
1,9	0,161	7	0,158	7	0,154	6	0,150	6
2,0	0,154	6	0,151	6	0,148	7	0,144	7
2,1	0,148	5	0,145	5	0,141	5	0,137	5
2,2	0,143	5	0,140	6	0,136	5	0,132	6
2,3	0,138	5	0,134	5	0,131	5	0,126	5
2,4	0,133	5	0,129	4	0,126	5	0,121	4
2,5	0,128	4	0,125	4	0,121	4	0,117	4
2,6	0,124	4	0,121	4	0,117	4	0,113	4
2,7	0,120	4	0,117	4	0,113	4	0,109	4
2,8	0,116	3	0,113	4	0,109	3	0,105	3
2,9	0,113	4	0,109	3	0,106	4	0,102	4
3,0	0,109	3	0,106	3	0,102	3	0,098	3
3,1	0,106	3	0,103	3	0,099	3	0,095	2
3,2	0,103	3	0,100	3	0,096	2	0,093	3
3,3	0,100	2	0,097	2	0,094	3	0,090	3
3,4	0,098	3	0,095	3	0,091	2	0,087	2
3,5	0,095	2	0,092	2	0,089	3	0,085	2
3,6	0,093	3	0,090	3	0,086	2	0,083	3
3,7	0,090	2	0,087	2	0,084	2	0,080	2
3,8	0,088	2	0,085	2	0,082	2	0,078	2
3,9	0,086	2	0,083	2	0,080	2	0,076	1
4,0	0,084		0,081		0,078		0,075	

	$\mu^2 = 0,2$		$\mu^2 = 0,3$		$\mu^2 = 0,4$		$\mu^2 = 0,5$	
u	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.
		—0,0		—0,0		—0,0		—0,0
0,1	0,472	29	0,473	26	0,475	25	0,477	23
0,2	0,443	28	0,447	27	0,450	25	0,454	23
0,3	0,415	27	0,420	27	0,425	26	0,431	25
0,4	0,388	27	0,393	27	0,399	27	0,406	26
0,5	0,361	25	0,366	26	0,372	26	0,380	27
0,6	0,336	24	0,340	25	0,346	26	0,353	27
0,7	0,312	23	0,315	23	0,320	25	0,326	27
0,8	0,289	20	0,292	22	0,295	23	0,299	25
0,9	0,269	19	0,270	20	0,272	22	0,274	24
0,1	0,250	17	0,250	18	0,250	20	0,250	21
1,1	0,233	15	0,232	16	0,230	17	0,229	19
1,2	0,218	14	0,216	15	0,213	16	0,210	17
1,3	0,204	12	0,201	13	0,197	13	0,193	15
1,4	0,192	11	0,188	12	0,184	13	0,178	13
1,5	0,181	10	0,176	10	0,171	10	0,165	11
1,6	0,171	9	0,166	9	0,161	10	0,154	10
1,7	0,162	9	0,157	9	0,151	9	0,144	9
1,8	0,153	7	0,148	7	0,142	7	0,135	8
1,9	0,146	7	0,141	7	0,135	7	0,127	7
2,0	0,139	6	0,134	7	0,128	7	0,120	6
2,1	0,133	6	0,127	5	0,121	5	0,114	6
2,2	0,127	5	0,122	6	0,116	6	0,108	5
2,3	0,122	5	0,116	4	0,110	4	0,103	4
2,4	0,117	5	0,112	5	0,106	5	0,099	5
2,5	0,112	4	0,107	4	0,101	4	0,094	4
2,6	0,108	4	0,103	4	0,097	4	0,090	3
2,7	0,104	3	0,099	3	0,093	3	0,087	3
2,8	0,101	4	0,096	4	0,090	3	0,084	4
2,9	0,097	3	0,092	3	0,087	3	0,080	2
3,0	0,094	3	0,089	3	0,084	3	0,078	3
3,1	0,091	3	0,086	2	0,081	3	0,075	3
3,2	0,088	2	0,084	3	0,078	2	0,072	2
3,3	0,086	3	0,081	2	0,076	2	0,070	2
3,4	0,083	2	0,079	3	0,074	3	0,068	2
3,5	0,081	2	0,076	2	0,071	2	0,066	2
3,6	0,079	2	0,074	2	0,069	1	0,064	2
3,7	0,077	2	0,072	2	0,068	2	0,062	1
3,8	0,075	2	0,070	1	0,066	2	0,061	2
3,9	0,073	2	0,069	2	0,064	2	0,059	2
4,0	0,071	2	0,067	2	0,062	2	0,057	2

	$\mu^2 = 0,6$		$\mu^2 = 0,7$		$\mu^2 = 0,8$		$\mu^2 = 0,9$	
u	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.	$\frac{\tau}{T_p}$	Diff.
		—0,0		—0,0		—0,0		—0,0
0,1	0,480	21	0,482	18	0,486	15	0,490	11
0,2	0,459	22	0,464	19	0,471	17	0,479	12
0,3	0,437	23	0,445	22	0,454	18	0,467	14
0,4	0,414	25	0,423	25	0,436	22	0,453	16
0,5	0,389	28	0,400	27	0,414	25	0,437	22
0,6	0,361	28	0,373	30	0,389	30	0,415	29
0,7	0,333	29	0,343	31	0,359	35	0,386	38
0,8	0,304	28	0,312	32	0,324	37	0,348	47
0,9	0,276	26	0,280	30	0,287	37	0,301	51
1,0	0,250	24	0,250	27	0,250	33	0,250	47
1,1	0,226	21	0,223	24	0,217	29	0,203	37
1,2	0,205	18	0,199	21	0,188	23	0,166	27
1,3	0,187	16	0,178	17	0,165	19	0,139	20
1,4	0,171	14	0,161	15	0,146	15	0,119	16
1,5	0,157	12	0,146	12	0,131	13	0,103	11
1,6	0,145	10	0,134	10	0,118	10	0,092	10
1,7	0,135	9	0,124	9	0,108	9	0,082	7
1,8	0,126	8	0,115	8	0,099	7	0,075	6
1,9	0,118	7	0,107	7	0,092	6	0,069	5
2,0	0,111	6	0,100	6	0,086	6	0,064	5
2,1	0,105	5	0,094	5	0,080	5	0,059	4
2,2	0,100	5	0,089	4	0,075	4	0,055	3
2,3	0,095	5	0,085	5	0,071	4	0,052	3
2,4	0,090	4	0,080	3	0,067	3	0,049	2
2,5	0,086	3	0,077	4	0,064	3	0,047	3
2,6	0,083	4	0,073	3	0,061	3	0,044	2
2,7	0,079	3	0,070	3	0,058	2	0,042	2
2,8	0,076	3	0,067	3	0,056	2	0,040	1
2,9	0,073	3	0,064	2	0,054	2	0,039	2
3,0	0,070	2	0,062	2	0,052	2	0,037	1
3,1	0,068	2	0,060	2	0,050	2	0,036	2
3,2	0,066	2	0,058	2	0,048	2	0,034	1
3,3	0,064	2	0,056	2	0,046	1	0,033	1
3,4	0,062	2	0,054	2	0,045	2	0,032	1
3,5	0,060	2	0,052	1	0,043	1	0,031	1
3,6	0,058	2	0,051	2	0,042	1	0,030	1
3,7	0,056	1	0,049	1	0,041	2	0,029	1
3,8	0,055	2	0,048	2	0,039	1	0,028	1
3,9	0,053	1	0,046	1	0,038	1	0,027	0
4,0	0,052		0,045		0,037		0,027	

Tabelle IV.

Proportionale Teile.

$\Delta=1$

1	0
2	0
3	0
4	0
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1

$\Delta=6$

1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	4
7	4
8	5
9	5

$\Delta=11$

1	1
2	2
3	3
4	4
5	6
6	7
7	8
8	9
9	10

$\Delta=16$

1	2
2	3
3	5
4	6
5	8
6	10
7	11
8	13
9	14

$\Delta=21$

1	2
2	4
3	6
4	8
5	11
6	13
7	15
8	17
9	19

$\Delta=2$

1	0
2	0
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	2
9	2

$\Delta=7$

1	1
2	1
3	2
4	3
5	4
6	4
7	5
8	6
9	6

$\Delta=12$

1	1
2	2
3	4
4	5
5	6
6	7
7	8
8	10
9	11

$\Delta=17$

1	2
2	3
3	5
4	7
5	9
6	10
7	12
8	14
9	15

$\Delta=22$

1	2
2	4
3	7
4	9
5	11
6	13
7	15
8	18
9	20

$\Delta=3$

1	0
2	1
3	1
4	1
5	2
6	2
7	2
8	2
9	3

$\Delta=8$

1	1
2	2
3	2
4	3
5	4
6	5
7	6
8	6
9	7

$\Delta=13$

1	1
2	3
3	4
4	5
5	7
6	8
7	9
8	10
9	12

$\Delta=18$

1	2
2	4
3	5
4	7
5	9
6	11
7	13
8	14
9	16

$\Delta=23$

1	2
2	5
3	7
4	9
5	12
6	14
7	16
8	18
9	21

$\Delta=4$

1	0
2	1
3	1
4	2
5	2
6	2
7	3
8	3
9	4

$\Delta=9$

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	5
7	6
8	7
9	8

$\Delta=14$

1	1
2	3
3	4
4	6
5	7
6	8
7	10
8	11
9	13

$\Delta=19$

1	2
2	4
3	6
4	8
5	10
6	11
7	13
8	15
9	17

$\Delta=24$

1	2
2	5
3	7
4	10
5	12
6	14
7	17
8	19
9	22

$\Delta=5$

1	1
2	1
3	2
4	2
5	3
6	3
7	4
8	4
9	5

$\Delta=10$

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

$\Delta=15$

1	2
2	3
3	5
4	6
5	8
6	9
7	11
8	12
9	14

$\Delta=20$

1	2
2	4
3	6
4	8
5	10
6	12
7	14
8	16
9	18

$\Delta=25$

1	3
2	5
3	8
4	10
5	13
6	15
7	18
8	20
9	23

$\Delta=26$

1	3
2	5
3	8
4	10
5	13
6	16
7	18
8	21
9	23

 $\Delta=31$

1	3
2	6
3	9
4	12
5	16
6	19
7	22
8	25
9	28

 $\Delta=36$

1	4
2	7
3	11
4	14
5	18
6	22
7	25
8	29
9	32

 $\Delta=41$

1	4
2	8
3	12
4	16
5	21
6	25
7	29
8	33
9	37

 $\Delta=46$

1	5
2	9
3	14
4	18
5	23
6	28
7	32
8	37
9	41

 $\Delta=27$

1	3
2	5
3	8
4	11
5	14
6	16
7	19
8	22
9	24

 $\Delta=32$

1	3
2	6
3	10
4	13
5	16
6	19
7	22
8	26
9	29

 $\Delta=37$

1	4
2	7
3	11
4	15
5	19
6	22
7	26
8	30
9	33

 $\Delta=42$

1	4
2	8
3	13
4	17
5	21
6	25
7	29
8	34
9	38

 $\Delta=47$

1	5
2	9
3	14
4	19
5	24
6	28
7	33
8	38
9	42

 $\Delta=28$

1	3
2	6
3	8
4	11
5	14
6	17
7	20
8	22
9	25

 $\Delta=33$

1	3
2	7
3	10
4	13
5	17
6	20
7	23
8	26
9	30

 $\Delta=38$

1	4
2	8
3	11
4	15
5	19
6	23
7	27
8	30
9	34

 $\Delta=43$

1	4
2	9
3	13
4	17
5	22
6	26
7	30
8	34
9	39

 $\Delta=48$

1	5
2	10
3	14
4	19
5	24
6	29
7	34
8	38
9	43

 $\Delta=29$

1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	17
7	20
8	23
9	26

 $\Delta=34$

1	3
2	7
3	10
4	14
5	17
6	20
7	24
8	27
9	31

 $\Delta=39$

1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	23
7	27
8	31
9	35

 $\Delta=44$

1	4
2	9
3	13
4	18
5	22
6	26
7	31
8	35
9	40

 $\Delta=49$

1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
6	29
7	34
8	39
9	44

 $\Delta=30$

1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	18
7	21
8	24
9	27

 $\Delta=35$

1	4
2	7
3	11
4	14
5	18
6	21
7	25
8	28
9	32

 $\Delta=40$

1	4
2	8
3	12
4	16
5	20
6	24
7	28
8	32
9	36

 $\Delta=45$

1	5
2	9
3	14
4	18
5	23
6	27
7	32
8	36
9	41

 $\Delta=50$

1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
6	30
7	35
8	40
9	45

$\Delta=51$

1	5
2	10
3	15
4	20
5	26
6	31
7	36
8	41
9	46

$\Delta=56$

1	6
2	11
3	17
4	22
5	28
6	34
7	39
8	45
9	50

$\Delta=61$

1	6
2	12
3	18
4	24
5	31
6	37
7	43
8	49
9	55

$\Delta=66$

1	7
2	13
3	20
4	26
5	33
6	40
7	46
8	53
9	59

$\Delta=71$

1	7
2	14
3	21
4	28
5	36
6	43
7	50
8	57
9	64

$\Delta=52$

1	5
2	10
3	16
4	21
5	26
6	31
7	36
8	42
9	47

$\Delta=57$

1	6
2	11
3	17
4	23
5	29
6	34
7	40
8	46
9	51

$\Delta=62$

1	6
2	12
3	19
4	25
5	31
6	37
7	43
8	50
9	56

$\Delta=67$

1	7
2	13
3	20
4	27
5	34
6	40
7	47
8	54
9	60

$\Delta=72$

1	7
2	14
3	22
4	29
5	36
6	43
7	50
8	58
9	65

$\Delta=53$

1	5
2	11
3	16
4	21
5	27
6	32
7	37
8	42
9	48

$\Delta=58$

1	6
2	12
3	17
4	23
5	29
6	35
7	41
8	46
9	52

$\Delta=63$

1	6
2	13
3	19
4	25
5	32
6	38
7	44
8	50
9	57

$\Delta=68$

1	7
2	14
3	20
4	27
5	34
6	41
7	48
8	54
9	61

$\Delta=73$

1	7
2	15
3	22
4	29
5	37
6	44
7	51
8	58
9	66

$\Delta=54$

1	5
2	11
3	16
4	22
5	27
6	32
7	38
8	43
9	49

$\Delta=59$

1	6
2	12
3	18
4	24
5	30
6	35
7	41
8	47
9	53

$\Delta=64$

1	6
2	13
3	19
4	26
5	32
6	38
7	45
8	51
9	58

$\Delta=69$

1	7
2	14
3	21
4	28
5	35
6	41
7	48
8	55
9	62

$\Delta=74$

1	7
2	15
3	22
4	30
5	37
6	44
7	52
8	59
9	67

$\Delta=55$

1	6
2	11
3	17
4	22
5	28
6	33
7	39
8	44
9	50

$\Delta=60$

1	6
2	12
3	18
4	24
5	30
6	36
7	42
8	48
9	54

$\Delta=65$

1	7
2	13
3	20
4	26
5	33
6	39
7	46
8	52
9	59

$\Delta=70$

1	7
2	14
3	21
4	28
5	35
6	42
7	49
8	56
9	63

$\Delta=75$

1	8
2	15
3	23
4	30
5	38
6	45
7	53
8	60
9	68

$\Delta=76$

1	8
2	15
3	23
4	30
5	38
6	46
7	53
8	61
9	68

 $\Delta=81$

1	8
2	16
3	24
4	32
5	41
6	49
7	57
8	65
9	73

 $\Delta=86$

1	9
2	17
3	26
4	34
5	43
6	52
7	60
8	69
9	77

 $\Delta=91$

1	9
2	18
3	27
4	36
5	46
6	55
7	64
8	73
9	82

 $\Delta=96$

1	10
2	19
3	29
4	38
5	48
6	58
7	67
8	77
9	86

 $\Delta=77$

1	8
2	15
3	23
4	31
5	39
6	46
7	54
8	62
9	69

 $\Delta=82$

1	8
2	16
3	25
4	33
5	41
6	49
7	57
8	66
9	74

 $\Delta=87$

1	9
2	17
3	26
4	35
5	44
6	52
7	61
8	70
9	78

 $\Delta=92$

1	9
2	18
3	28
4	37
5	46
6	55
7	64
8	74
9	83

 $\Delta=97$

1	10
2	19
3	29
4	39
5	49
6	58
7	68
8	78
9	87

 $\Delta=78$

1	8
2	16
3	23
4	31
5	39
6	47
7	55
8	62
9	70

 $\Delta=83$

1	8
2	17
3	25
4	33
5	42
6	50
7	58
8	66
9	75

 $\Delta=88$

1	9
2	18
3	26
4	35
5	44
6	53
7	62
8	70
9	79

 $\Delta=93$

1	9
2	19
3	28
4	37
5	47
6	56
7	65
8	74
9	84

 $\Delta=98$

1	10
2	20
3	29
4	39
5	49
6	59
7	69
8	78
9	88

 $\Delta=79$

1	8
2	16
3	24
4	32
5	40
6	47
7	55
8	63
9	71

 $\Delta=84$

1	8
2	17
3	25
4	34
5	42
6	50
7	59
8	67
9	76

 $\Delta=89$

1	9
2	18
3	27
4	36
5	45
6	53
7	62
8	71
9	80

 $\Delta=94$

1	9
2	19
3	28
4	38
5	47
6	56
7	66
8	75
9	85

 $\Delta=99$

1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	59
7	69
8	79
9	89

 $\Delta=80$

1	8
2	16
3	24
4	32
5	40
6	48
7	56
8	64
9	72

 $\Delta=85$

1	9
2	17
3	26
4	34
5	43
6	51
7	60
8	68
9	77

 $\Delta=90$

1	9
2	18
3	27
4	36
5	45
6	54
7	63
8	72
9	81

 $\Delta=95$

1	10
2	19
3	29
4	38
5	48
6	57
7	67
8	76
9	86

 $\Delta=100$

1	10
2	20
3	30
4	40
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90

Третья Конференция Постоянной Комиссии Международной Сейсмологической Ассоциации 30 авг.—2 сент. 1909 г. в Церматъ.

Отчетъ Г. В. Левицкаго.

Въ засѣданіяхъ конференціи, происходившихъ подъ предсѣдательствомъ профессора А. Шустера, принимали участіе восемнадцать делегатовъ отъ такого же числа государствъ: Австріи, Англіи, Бельгіи, Болгаріи, Венгріи, Германіи, Голландіи, Греціи, Испаніи, Италіи, Канады, Норвегіи, Португаліи, Россіи, Румыніи, Сербіи, Франціи и Швейцаріи. Сверхъ того въ конференціи принималъ участіе проф. Рудольфъ, въ качествѣ представителя Центральнаго Бюро Ассоціаци, вмѣсто отсутствовавшаго по болѣзни проф. Герланда.

Кромѣ делегатовъ, въ конференціи, въ качествѣ гостей, присутствовали двадцать два представителя восьми государствъ: Австріи (1 представитель), Германіи (1 пр.), Голландіи (2 пр.), Даніи (1 пр.), Италіи (2 пр.), Россіи (3 пр.), Франціи (2 пр.) и Швейцаріи (10 пр.).

Значительно меньшее число участниковъ конференціи въ Церматѣ по сравненію съ числомъ участниковъ конференціи въ Гаагѣ, гдѣ присутствовало 18 делегатовъ и 42 гостя, невыгодно отражалось на числѣ прочитанныхъ въ Церматѣ научныхъ сообщеній и на полнотѣ обсужденія послѣднихъ. Особенно замѣтно было отсутствіе въ Церматѣ такихъ видныхъ участниковъ прежнихъ конференцій, какъ Вихертъ, Герландъ, Бигурданъ и др.

Первое засѣданіе, 30 августа 1909 г. открыто было привѣтственной рѣчью представителя Швейцарскаго Союзнаго Совѣта Д-ра Sarasin'a, на которую отвѣчалъ президентъ Ассоціаци проф. Шустеръ, высказывая благодарность Союзному Совѣту за привѣтствіе и вспоминая то важное значеніе, какое имѣли труды швейцарскихъ ученыхъ для развитія сейсмо-

логіи. Говоря далѣе о задачахъ сейсмическихъ изслѣдованій въ ближайшемъ будущемъ, проф. Шустеръ указалъ, между прочимъ, на желательность имѣть на всѣхъ сейсмическихъ станціяхъ инструменты одинаковой конструкции, для полученія сравнимыхъ результатовъ. Системы нынѣ употребляемыхъ сейсмическихъ приборовъ, по мнѣнію проф. Шустера, нуждаются въ нѣкоторыхъ дальнѣйшихъ усовершенствованіяхъ. Важнѣйшими изъ существующихъ приборовъ пр. Шустеръ считаетъ приборы князя Голицына.

Въ заключеніе своей рѣчи проф. Шустеръ указалъ на возможность опредѣленія глубины залеганія очаговъ землетрясеній изъ анализа наблюдаемыхъ на поверхности земли явленій землетрясеній.

По окончаніи рѣчи предсѣдателя, собраніе устанавливаетъ составъ Бюро конференціи и назначаетъ дни для доклада заявленныхъ научныхъ сообщений.

Предсѣдатель сообщаетъ, что делегаты Aguilera, Chaves, Montessus de Ballore, Wiechert и Omori не могли пріѣхать на Конференцію. Но право голосованія за Чили было передано профессору Форелю, а вмѣсто Chaves и Wiechert'a были делегированы Choffat и Necker. Назначеніе делегата Сѣв.-Американскихъ Соед. Штатовъ не послѣдовало своевременно, вслѣдствіе административнаго недоразумѣнія, уже, однако, устраненнаго. Поэтому имѣлась надежда, къ сожалѣнію, не оправдавшаяся, на прибытіе проф. Reid'a къ концу Конференціи. Послѣ этого устанавливается составъ комиссій слѣдующимъ образомъ:

Финансовая комиссія: Ванъ-дербъ-Стокъ, Дарбу, Левицкій и Риггенбахъ.

Комиссія по изданію сейсмич. каталоговъ: Форель, Клоцъ, Левицкій, Оддоне, Рудольфъ, Эгинитесь, Конрадъ и Кольдерунъ.

Комиссія по изслѣдованію микросейсмическихъ явленій оставлена въ томъ же составѣ, какъ она была организована въ Гаагѣ, т. е. князь Голицынъ, Геккеръ, Форель, Омори, Рейдъ, Шустеръ и Вихертъ.

Библиографическая комиссія: Кевезлигети, Михайловичъ, Шустеръ и Вацовъ.

Комиссія по изслѣдованію инструментовъ: прежній составъ, т. е. Альфани, Ванъ Эвердингенъ, князь Голицынъ, Геккеръ, Клоцъ, Майнка, Омори и Розенталь.

Затѣмъ составлена новая комиссія по вопросу о составѣ Центрального Бюро. Въ эту Комиссію избраны: Анго, Баклундъ, Гепитесь, Геккеръ, Клоцъ, Лекуантъ и Трабертъ.

Засѣданіе заканчивается чтеніемъ докладовъ Генеральнаго Секретаря и представителя Центрального Бюро.

2-ое заседание 31 авг. 1909 г.

Это заседание посвящено слѣдующимъ научнымъ докладамъ:

1) Докладъ Палаццо: Проектъ сейсмической триангуляціи съ помощью беспроволочнаго телеграфа.

2) Докладъ Анго: «Землетрясеніе 11 іюня 1909 г.». Это сообщеніе вызвало нѣкоторыя соображенія со стороны проф. Рудольфа.

3) Большой интересъ собранія возбудило сообщеніе проф. Геккера: «Ueber die Deformation der Erde unter dem Einflusse der Anziehung der Sonne und des Mondes». Въ дебатахъ по поводу этого сообщенія принимаютъ участіе: Дарбу, Баклундъ, Шустеръ, Ванъ-деръ-Стокъ и кн. Голицынъ, причемъ послѣдній высказываетъ весьма важныя для сужденія о значеніи достигнутыхъ Геккеромъ результатовъ соображенія о вліяніи деформаціи шницовъ въ маятникахъ Ребера-Геккера на наблюденія съ этими приборами.

3-ье заседание 1 сентября 1909 г.

Проф. Кевезлигети читаетъ докладъ библіографической комиссіи, по обсужденіи котораго постановлено: «Комитетъ Перманентной Комиссіи входитъ въ сношеніе съ дирекціей международнаго каталога Лондонскаго Королевскаго Общества для выработки программы изданія въ особомъ томѣ сейсмологической части каталога».

По докладу Лекуанта объ измѣненіяхъ правилъ устава Ассоціаціи, касающихся Центральнаго Бюро, постановлено: это Бюро именовать въ будущемъ Комитетомъ Перманентной Комиссіи. Обсуждаемый потомъ вопросъ о составѣ Центральнаго Бюро возбуждаетъ оживленный обмѣнъ мнѣній, въ результатѣ которыхъ принять выработанный комиссіей по вопросу о Центр. Бюро проектъ состава послѣдняго.

Еще болѣе оживленныя пренія вызвало обсужденіе вопроса о дѣятельности Бюро и о выдачѣ вознагражденія его директору. Въ заключеніе, по послѣднему вопросу принято слѣдующее, предложенное Дарбу, рѣшеніе:

«Въ бюджетъ каждаго года вносится нѣкоторая сумма на вознагражденіе директора Центральнаго Бюро».

Докладчикъ комиссіи по вопросу объ изданіи сейсмическихъ каталоговъ, проф. Форель, указалъ на трудности, представившіяся комиссіи при согласованіи двухъ различныхъ программъ этого изданія, предложенныхъ имъ, Форелемъ, и проф. Рудольфомъ. На самомъ дѣлѣ, эти труд-

ности, вслѣдствіе обстоятельствъ чисто личнаго характера, проявившихся при обсужденіи программъ, были весьма значительны и увеличивались еще и тѣмъ обстоятельствомъ, что въ комиссію вошли нѣкоторые новые члены, съ предыдущей дѣятельностью комиссіи недостаточно освѣдомленные. Поэтому комиссія лишь съ большимъ трудомъ могла выработать программу, предлагаемую ею къ исполненію временно, на ближайшее будущее. При послѣдовавшемъ затѣмъ обсужденіи вопроса объ изданіи каталоговъ, между прочимъ, единогласно высказано пожеланіе о томъ, чтобы директоръ Центральнаго Бюро, для пользы дѣла, заботился о возможномъ сохраненіи постоянного состава сотрудниковъ, на которыхъ возлагается составленіе сейсмическаго каталога.

Князь Голицынъ докладываетъ затѣмъ постановленія комиссіи по изслѣдованію сейсмическихъ инструментовъ, представленныхъ на конкурсъ различными конструкторами. Ни одинъ изъ этихъ инструментовъ не удовлетворяетъ вполне требованіямъ конкурса. Но въ виду наличности нѣкоторыхъ достоинствъ предъявленныхъ на конкурсъ инструментовъ, комиссія предлагаетъ раздѣлить между конструкторами назначенную для выдачи премій сумму въ 1000 м. Предложеніе это принимается собраніемъ.

О дѣятельности комиссіи по изслѣдованію микросейсмическихъ явленій докладываетъ проф. Шустеръ. Затѣмъ весьма интересныя сообщенія объ изслѣдованіи этихъ явленій сдѣланы были княземъ Голицынымъ, проф. Геккеромъ и Клоцомъ. Сообщенія эти вызвали весьма оживленный обмѣнъ мнѣній между участниками Конференціи.

Постановлено продолжить дѣятельность комиссіи по изслѣдованію микросейсмическихъ колебаній.

4-ое засѣданіе 1-го сент. 1909 г., послѣ обѣда.

Д-ръ Конрадъ сообщаетъ объ устроенномъ имъ сейсмическомъ приборѣ. Въ послѣдовавшемъ затѣмъ обсужденіи достоинствъ этого прибора принимаютъ преимущественно участіе кн. Голицынъ и другіе русскіе делегаты.

Слѣдующее сообщеніе—Э. Г. Розенталя—посвящено изслѣдованію кавказскихъ землетрясеній. Въ обсужденіи этого доклада принимаютъ участіе д-ръ Конрадъ, кн. Голицынъ и другіе.

По окончаніи обсужденія доклада Розенталя, проф. Шустеръ читаетъ письменный докладъ Рейда о землетрясеніи въ С. Франциско, въ обсужденіи котораго принимаютъ участіе русскіе делегаты.

Въ концѣ засѣданія проф. Лекуантъ сообщаетъ собранію сенсационную новость о достиженіи Ф. Кукомъ сѣвернаго полюса.

5-ое засѣданіе, 2 сентября 1909 г.

Предсѣдатель сообщаетъ приглашеніе ректора университета въ Манчестерѣ — избрать этотъ городъ мѣстомъ слѣдующаго общаго собранія Межд. Сейсм. Ассоціаціи въ 1911 г. Приглашеніе это принято.

При послѣдовавшемъ вслѣдъ затѣмъ избраніи вице-президента Ассоціаціи большинство голосовъ — 13 противъ 6 — получаетъ S. Nepites. Генитесь благодарить за оказанную ему честь и за симпатіи къ странѣ, представителемъ которой онъ состоитъ.

Послѣ этого Ванъ-деръ-Стокъ читаетъ докладъ Финансовой Комиссіи, составленный которой бюджетъ принимается, по обсужденіи его собраніемъ.

Затѣмъ устные доклады о состояніи сейсмическихъ изслѣдованій въ нѣкоторыхъ странахъ дѣлаютъ делегаты этихъ странъ: Анго, Михайловичъ, Вацовъ, Форель и Міура.

Послѣ доклада Генер. Секр. Кевезлигети о выполненіи порученій Гаагской Конференціи, князь Голицынъ дѣлаетъ докладъ подъ заглавіемъ: «Zur Frage der Bestimmung des Azimuts des Epizentrums eines Bebens». Изложенные въ этомъ докладѣ выдающіеся результаты изслѣдованій князя Голицына вызвали горячія привѣтствія всего собранія по адресу автора изслѣдованій. Предсѣдатель собранія, проф. Шустеръ, квалифицируетъ сообщеніе кн. Голицына, какъ наиболѣе выдающееся изъ всѣхъ, какія были заслушаны на конференціи въ Церматѣ.

Послѣ обмѣна мнѣній по сообщенію кн. Голицына, слѣдуетъ докладъ Choffat: «Le seisme du 23 avril en Portugal». Въ послѣдовавшихъ затѣмъ дебатахъ обсуждаются преимущественно свѣтотыя явленія, замѣченныя нѣкоторыми наблюдателями во время землетрясенія 23 апрѣля.

По окончаніи преній, по предложенію предсѣдателя, постановлено: печатать отчеты съѣздовъ С. Ассоціаціи только на одномъ языкѣ — французскомъ, сообщенія же — на томъ языкѣ, на какомъ они были сдѣланы.

Этимъ постановленіемъ и выраженной, затѣмъ, признательностью швейцарскому правительству и принявшимъ на себя труды по устройству съѣзда швейцарскимъ ученымъ закончились засѣданія конференціи. Прочитанное профессоромъ Геймомъ въ тотъ же день вечеромъ сообщеніе о современномъ состояніи сейсмологіи и ея задачахъ прямого отношенія къ занятіямъ конференціи не имѣло.

Über die mikroseismischen Bewegungen nach den Aufzeichnungen der Pulkowaer seismischen Station für die Zeit

vom 20/VIII 1908 bis 27/I 1909¹⁾.

VON J. WILIP.

Einem jeden Fachgelehrten, der es mit empfindlicheren Seismographen zu tun gehabt hat, ist bekannt, wie viel Verwirrung die mikroseismischen Bewegungen in die Aufzeichnungen von Erdbeben bringen, falls ein Beben zu der Zeit auftritt, wo starke mikroseismische Unruhe herrscht. Diese Bewegungen verdecken bisweilen ganz und gar die beiden ersten Vorphasen des Bebens und machen eine genaue Bestimmung ihrer Eintrittszeiten illusorisch. Das ganze Bebenbild erscheint als ein verzerrtes Gewirr von Bewegungen, aus dem sich weder eine Periode, noch Amplitude genauer bestimmen lässt. Aus dem Grunde ist es ersichtlich, von wie grosser Bedeutung ein genaueres Studium dieser störenden Bewegungen ist.

Gerade im Winter, wo die Erdbeben am häufigsten vorzukommen pflegen, treten auch jene störenden Bewegungen am stärksten auf und machen somit die Bearbeitung vieler Erdbebendiagramme fast unmöglich.

Man muss daher darnach streben, sich irgendwie, wenn möglich, vor diesen verderblichen Bewegungen zu schützen, und dürfte nicht Mittel schonen, wenn man gezwungen sein würde, den Ort der Station sogar in die Region der tiefsten Bohrlöcher zu versetzen.

Es unterliegt heutzutage keinem Zweifel mehr, dass diese mikroseismischen Bewegungen ihre Ursache dem Zustande der Atmosphäre und dem unter ihr bewegten flüssigen Element, dem Meer, verdanken. In welcher Weise sich diese aber auf die Seismographen wirksam machen und in wie

¹⁾ Das Resultat dieser Untersuchung hat Fürst Galitzin bereits in den Sitzungen der Permanenten Kommission der Internationalen Seismologischen Assoziation in Zermatt mitgeteilt.

grosse Tiefen der Erdrinde sich die hervorgerufenen Störungen fortpflanzen, darüber wissen wir noch viel zu wenig.

Um der Sache etwas näher zu treten und die Einwirkung der bewegten Luft auf die Seismographen zu studieren, wurden in Pulkowa, wie an einer anderen Stelle¹⁾ schon erwähnt worden ist, 2 Pendel im luftverdünnten Raum aufgestellt. Eines von ihnen war ein unempfindliches Rebeur-Paschwitz'sches unter einer gewöhnlichen Glasglocke, das zweite war das vom Fürsten Galitzin abgeänderte Zöllnerschen Systems²⁾ unter einer geräumigen Stahlglocke, unter welcher anfangs noch ein Klinograph plaziert wurde. Parallel mit ihnen arbeitete auf einer Säule ein ähnliches Galitzin'sches Pendel mit dem Unterschiede, dass dieses mit der äusseren atmosphärischen Luft in Verbindung stand, da es nur mit einer Blechkappe zugedeckt war.

Alle drei Pendel waren mit starker magnetischer Dämpfung bis zur Grenze der Aperiodizität versehen und registrierten galvanometrisch³⁾ und zwar die N-S Komponente.

Ausserdem stand in dem Raume der Pendel noch ein Richard'sches Statoskop, das von Zeit zu Zeit während eines starken Windes in Funktion gesetzt wurde.

In der ersten Zeit, ungefähr 2 Wochen lang, liess man die Stahlglocke unausgepumpt, indem man sie einfach über das Pendel stülpte und so registrieren liess, dann wurde die Luft bis auf ca. 40 mm. verdünnt.

Diese Beobachtungsserie dauerte vom 20/VIII 1908 bis 27/I 1909, wobei 312 Aufzeichnungen erhalten wurden, d. h. 312 Seismogramme von dem grossen Registrierapparat⁴⁾, auf dessen Trommel die beiden Galitzin'schen Pendel parallel zeichneten.

Bei der Ausmessung der mikroseismischen Bewegungen I Art⁵⁾ war es wichtig, aus den gemessenen Amplituden für jedes Seismogramm die mittlere Stärke zu ersehen. Daher wählte man gewöhnlich in der Nähe des Anfanges, der Mitte und des Endes des Seismogrammes je eine regelmässige Stelle und maass dort mit Hilfe der Netztafel die Periode und doppelte Amplitude. Bisweilen wurden auch mehr Stellen; bis fünf und sechs, ausgemessen.

¹⁾ Fürst B. Galitzin (Golicyn). Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mitteilung, p. 105.

Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. III, Livr. 2.

²⁾ L. c. p. 2.

³⁾ Fürst B. Galitzin (Golicyn). Die elektromagnetische Registriermethode. Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente. T. III, Livr. 1.

⁴⁾ Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente, T. III, Livr. 1, p. 8-9.

⁵⁾ Störungen deren Perioden zwischen 2 — 10 sec. liegen und die meistens einen auffallend regelmässigen Charakter aufweisen.

Für einen ganzen Monat wurden solche Messungen für beide Pendel zugleich (Pendel III im luftverdünnten Raum, Pendel II an der Luft) ausgeführt, um zu sehen, wie weit diese übereinstimmend arbeiteten, und ob nicht irgend ein Einfluss der äusseren Luft auf die mikroseismischen Bewegungen I Art zu erkennen ist.

Ausserdem wurden, wo dieses als angebracht erschien, verschiedene Bemerkungen hinzugefügt, so z. B. «am Morgen stärker», «sehr unregelmässig» etc.

Aus diesen Messungen wurden dann nach der bekannten Formel

$$x_m = C(1 + u^2)(1 + u_1^2) \sqrt{1 - \mu^2 f(u)} \cdot \frac{y_1}{T_p} \quad 1)$$

die einfachen Amplituden der Verschiebungen eines Punktes der Erdoberfläche berechnet und für jedes Seismogramm das Mittel genommen. Diese Zahlenwerte sollen die Stärke der mikroseismischen Bewegungen I Art darstellen.

Was die mikroseismischen Bewegungen II Art betrifft, so sind hier selten Stellen zu finden, die einen angenähert sinusoidalen Charakter aufweisen. Wo dieses einigermaassen der Fall war, maass man einzelne Stellen aus, doch begnügte man sich meistens mit Bemerkungen, wie «starke mikroseismische Unruhe II Art um die Mittagszeit», «II Art am Abend schwächer» etc.

Alle aus den Messungen berechneten Zahlendaten wurden dann tabellarisch zusammengestellt und mit den betreffenden Bemerkungen versehen. Nachher wurde daselbst für jedes Seismogramm die zugehörige Windstärke nebst Richtung hinzugefügt, welche die Mittelwerte aus den einstündigen Beobachtungen der meteorologischen Observatorien in St.-Petersburg und Pawlowsk darstellten.

Die Veröffentlichung dieser ganzen Tabelle soll an einer anderen Stelle geschehen, hier werde ich für jeden Monat nur die charakteristischeren Stellen herausgreifen, die meiner Meinung nach für die Erklärung der Entstehungsweise dieser Art von Bewegungen von Bedeutung sind, und mit den Wetterkarten des meteorologischen Hauptobservatoriums zu St.-Petersburg vergleichen. Nebenbei will ich noch bemerken, dass diese Beobachtungsserie ohne Zweifel erkennen lässt, dass die Ursache der mikroseismischen Bewegungen I Art in dem bewegten Wasser zu suchen ist.

1) Fürst B. Galitzin (Golitsyn). Das Sicilianische Erdbeben. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St-Petersbourg. № 4. 1909, p. 287.

August.

Für diesen Monat liegen Beobachtungen nur für das letzte Drittel vor.

Es schwankt x_m zwischen $0,1^\mu$ — $1,7^\mu$

T_p » $3,5^s$ — $5,6^s$.

Mittleres x_m aus 22 Seismogrammen für diese Zeit = $0,62^\mu$.

$\frac{20-21}{VIII}$ sehr starker N-Wind in ganz Finnland und auch Petersburg, anderweitig in Europa schwache und ungeordnete Winde, auf der Ostsee still. x_m nur = $0,3^\mu$.

$\frac{22-25}{VIII}$ anfangs ungeordnete Windrichtungen, auf der Ostsee S-Wind, am Morgen des $\frac{23}{VIII}$ in England und an der N-Küste von West-Europa starker W-Wind, der auf der Ostsee in SW und S übergeht und diese Richtungen bis zum 25. beibehält. Von dort ab bilden sich auf der Ostsee ungeordnete Winde. Die Tabelle der mikroseismischen Bewegungen zeigt folgendes Bild:

N ^o des S.	Datum.	x_m	W.-R. ¹⁾	W.-G.
5	$\frac{22-23}{VIII}$	$0,2^\mu$	16	$10 \frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
6	23	$0,4$	15	24
7	23—24	$0,5$	20	23
8	24	$0,7$	27	17
9	24—25	$0,6$	8	14
10	25	$0,3$	4	22

Hier ist scheinbar eine Abhängigkeit vom Lokalwinde zu bemerken, wobei das Maximum der mikroseismischen Bewegungen dem der Windstärke nachfolgt.

Der Zeitraum vom 26. bis 29. zeigt ein ähnliches Wachsen der mikroseismischen Bewegungen mit starken geordneten W- und SW-Winden auf den nördlichen Gewässern Europas, wobei auch hier eine scheinbare Abhängigkeit vom Lokalwinde mit nachfolgendem Maximum auffällt.

¹⁾ Die Windrichtung wird hier überall mit Zahlen wiedergegeben, wobei E = 8, S = 16, W = 24, N = 32 entsprechen die Windgeschwindigkeit ist in Kilometern pro Stunde ausgedrückt.

№	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G.
11	25—26	0,4 ^u	30	12 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
12	26	0,6	20	12
13	26—27	0,6	15	12
14	27—28	0,8	20	15
15	28	0,8	23	22
16	28—29	1,1	20	13
17	29	1,5	21	7
18	29—30	1,0	20	12

Eine bevorzugte Stellung scheint die SW-Küste Finnlands einzunehmen, wo sofort ein Anwachsen der mikroseismischen Bewegungen I Art zu erkennen ist, sobald der Wind einige Zeit gegen diese Küste geblasen hat.

September.

$$x_m = 0,1^u - 2,1^u$$

$$T_p = 3,3^s - 7,1^s$$

Mittleres x_m für 55 Seismogramme = 0,54^u.

Zunächst möge hier eine Tabelle folgen, in der ein allmähliges Anwachsen der Bewegungen vorhanden ist.

№	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G.
25	3—4	0,1 ^u	(20) ¹⁾	8 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
26	4	0,1	25	16
27	4—5	0,2	22	19
28	5	0,3	23	30
29	5—6	0,6	21	22
30	6	0,9	23	28
31	6—7	1,4	(18)	27
32	7	1,4	(22)	29
33	7—8	1,1	25	27

¹⁾ Die Klammer bedeutet hier, dass die Windrichtung sehr veränderlich war und die Zahl gibt dort die am meisten vorgekommene Windrichtung an.

Hier erkennt man ebenfalls eine Zunahme der Amplitude mit dem Lokalwinde, wobei das Maximum der mikroseismischen Bewegungen nicht der maximalen Windgeschwindigkeit entspricht, sondern immer muss zunächst der Wind einige Zeit in konstanter Richtung anhaltend blasen, bis die mikroseismischen Bewegungen ihren Höhepunkt erreichen. Orientiert man sich nach den meteorologischen Berichten, welchen Zustand die Atmosphäre in Europa in diesen Tagen eingenommen hat, so fällt es sofort auf, dass am 3. und 4. ganz ungeordnete und meistens schwache Winde bliesen. Erst am Morgen des 5. treten in Finnland starke W- und NW-Winde auf, die teilweise am 5. und 6. an der Küste eine südwestliche Richtung annehmen. Am 6. und 7. herrscht starker SW und W-Wind an der Küste der Ostseeprovinzen und Nordküste Deutschlands. Am 8. und 9. sind nur noch schwache Winde nachgeblieben, ausser in England, wo ein Zyklon sich lagert.

Als sehr lehrreich möge noch folgende Tabelle angeführt werden:

N.	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G. 8 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
36	9	0,6 ^u	21	8
37	9—10	1,1	(9)	10
38	10	1,8	16	13
39	10—11	0,9	20	15
40	11	0,3	19	19
41	11—12	0,2	16	9
42	12	0,2	8	8
43	12—13	0,1	(32)	12
44	13	0,0	31	13

Hier erkennt man überhaupt keine Abhängigkeit vom Lokalwinde.

Der Zyklon in England entwickelt am 9. Abends einen starken SW-Wind gegen Dänemark und die Küste von Südkandinavien, der zwischen dem 10. und 11. einen starken SW auf der Ostsee zur Folge hat.

Am 12. sind nirgends im Norden Europas stärkere Winde nachgeblieben ausser im Mittelländischen Meer.

Vom 12. bis zum 13. herrschen sehr schwache und ungeordnete Winde; nirgends auf der Karte weisen die Windpfeile parallele Richtungen auf.

Am 14. und 15. treten in ganz Finnland starke N-Winde und gegen die Küste der Ostseeprovinzen NW-Winde auf, die mikroseismischen

Bewegungen sind sehr klein und unregelmässig ($x_m = 0,2 - 0,3^\mu$) und haben bisweilen zyklidalen Charakter.

Am 18. und 19. beträgt x_m schon $1,0^\mu$. Nach der Wetterkarte lässt sich schwer für dieses Anwachsen ein Grund finden. Zwischen dem 17. und 18. sind zwar bei England stärkere S-Winde, sonst sind die Windrichtungen überall auf dem Kontinent und der Ostsee ungeordnet und schwach. In Wirklichkeit geben die Wetterkarten den Zustand der Atmosphäre für den Abend und Morgen wieder. Möglicherweise haben in der Zwischenzeit auf den Meeren stärkere Winde geblasen, oder es liegt der Herd der Störungen weiter auf dem Ozean ausser dem Bereich der Wetterkarte.

Oktober.

$$x_m = 0,2^\mu - 2,1^\mu$$

$$T_p = 3,4^\circ - 7,0^\circ.$$

Mittleres x_m für 58 Seismogramme = $0,80^\mu$.

Am 4., 5. und 6. herrschen sehr starke N-Winde auf der Ostsee und in Finnland, die mikroseismischen Bewegungen haben nur eine mittlere Amplitude von $0,5^\mu$ (N^o 87, 88 und 89).

Hier möge folgende Tabelle Platz finden:

N ^o	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G.
104	13	$1,1^\mu$	23	$16 \frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
105	13—14	$1,0$	24	18
106	14	$1,4$	25	19
107	14—15	$1,8$	25	18
108	15	$1,2$	3	15
109	15—16	$1,0$	3	10
110	16	$0,8$	6	13
		u. s. w.		
115	18—19	$0,2$	31	9

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die grössten Unruhen beim W-Winde vorherrschend sind. Im Finnischen Meerbusen herrschte aber verhältnismässig schwacher Wind. Starke S-Winde kamen zu dieser Zeit in Nord-England, Island und an der Westküste von Skandinavien vor.

Trotzdem ist es wahrscheinlich, dass das Maximum $x_m = 1,8^\mu$ eine Folge des vom 13. bis zum 14. blasenden W-Windes ist.

Am 17., 18. und 19. sind starke E-Winde in der Ostsee und in Dänemark, starke NE-Winde im südlichen Russland.

Die Amplitude x_m beträgt im Mittel nur $0,3^\mu$.

November.

$$x_m = 0,3^\mu - 8,6^\mu$$

$$T_p = 3,9^s - 7,1^s.$$

Mittleres x_m für 57 Seismogramme $= 1,24^\mu$.

Im Anfang dieses Monats kam eine Gruppe von sehr interessanten Registrierungen vor. Es möge daher in der Tabelle die Amplitude x_m nach beiden Pendeln angegeben werden, um zugleich die Übereinstimmung der Angaben des Pendels III im luftverdünnten Raum mit denen des Pendels II zu zeigen, das bekanntlich in gewöhnlicher Luft arbeitete.

Ferner sollen hier nicht die Mittelwerte angeführt werden, sondern die Zahlen, wie sie sich aus den gemessenen Grössen direkt ergaben.

Nr.	Datum.	$x_{m_{III}}$	$x_{m_{II}}$	W.-R.	W.-G.
141	$\frac{31}{X} - \frac{1}{XI}$	$0,41^\mu$	$0,39^\mu$	12	7 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
		0,47	0,47		
142	1	0,82	0,76	18	13
		0,44	0,44		
143	1—2	0,87	0,85	20	23
		1,5	1,4		
		1,8	1,6		
144	2	2,5	2,8	20	28
		3,9	3,8		
		3,9	3,7		
		6,6	6,8		
145	2—3	8,5	8,7	20	21
		7,5	7,7		
		7,2	7,2		
		3,9	3,8		

№	Datum.	$x_{m_{III}}$	$x_{m_{II}}$	W.-R.	W.-G.
146	3	4,0	3,9	22	21 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
		3,3	3,3		
		3,0	2,9		
		2,3	2,4		
147	3—4	2,2	2,3	22	18
		2,0	2,2		
		1,8	2,0		
148	4	2,1	2,3	27	26
		1,4	1,4		
		1,2	1,2		

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Angaben beider Pendel sehr gut übereinstimmen, ganz besonders, wenn man bedenkt, dass kleine Differenzen, die bisweilen vorkommen, auf die Kosten der mikroseismischen Bewegungen II Art zu setzen sind, die durch die grossen Ausschläge der mikroseismischen Bewegungen I Art zwar maskiert sind, aber sicherlich vorgekommen sein müssen.

№ 145 stellt ein prachtvolles Beispiel der mikroseismischen Bewegungen I Art vor, wo die Amplituden beträchtliche Dimensionen annahmen. Entweder muss der Herd dieser Störungen recht nahe von Pulkowa entfernt gewesen sein, oder falls weiter, müssen die Bewegungen an Ort und Stelle dort ganz gewaltige Grösse erreicht haben.

Nach der Windgeschwindigkeit zu schliessen, scheint eine Abhängigkeit vom Lokalwinde vorhanden zu sein, mit etwas nachfolgendem Maximum der mikroseismischen Bewegungen¹⁾.

Ein Blick auf die einstündigen Angaben für die Windstärke nach den Observatorien in St.-Petersburg und Pawlowsk lässt erkennen, dass zwischen dem $\frac{31}{X}$ und $\frac{3}{XI}$ anfangs ein sehr regelmässiges allmähliges Anwachsen und dann ein ähnliches Fallen der Windgeschwindigkeit stattfand, wo die maximale Stärke auf den 2. fällt und von 10^h Morgens bis 10^h Abends anhält, um dann wieder abzunehmen.

¹⁾ Bisweilen lässt sich auch eine Parallele mit dem Wasserstande in der Newa feststellen. In diesem Fall ist eine Abhängigkeit wohl zu erkennen, im Allgemeinen aber ist die Wasserhöhe zur Zeit der maximalen mikroseismischen eine mittlere.

Nach den Wetterkarten gibt es zwischen dem $\frac{31}{X}$ und $\frac{1}{XI}$ nirgends geordnete und stärkere Winde. Am 1., 2. und 3. blasen starke SW - Winde von Südsandinavien gegen die finnländische Küste. Ausserdem herrschen starke NE - Winde am Nordufer des Schwarzen Meeres gegen die Donaumündung hin. Es hat den Anschein, wie wenn diese beiden Ursachen zusammengewirkt und sich superponiert hätten.

Wahrscheinlicher ist es aber, dass der Hauptgrund in der Ostsee zu suchen ist.

Das Schwarze Meer ist viel zu weit von Pulkowa entfernt und falls die Störungsursache von dort ausgegangen sein würde, so müssten die Bewegungen in der Nähe dieses Meeres so gross gewesen sein, dass man sie dort irgendwie, gleich einem Erdbeben wahrgenommen hätte.

Man stelle sich aber die gewaltigen Wellen vor, die unter dem heftig wehenden und regelmässig wachsenden SW-Winde im Finnischen Meerbusen entstehen konnten, so könnte vielleicht das rollende Gewicht der Wassergewogen durch seinen Druck auf den Meeresboden den Wasserwellen entsprechende Schwingungen hervorbringen.

Zweitens werden damals sicherlich ganz kolossale Wassermassen gegen die felsigen Küsten Finnlands geschleudert worden sein und es ist nicht undenkbar, dass auch diese Wirkung sich hinzuaddierte¹⁾.

Ferner ist es möglich, dass die geologische Beschaffenheit der Erdrinde unter dem Wasser und am Ufergebiet die wichtigste Rolle spielt, wo unter dem veränderlichen Gewicht beim Steigen und Sinken des Niveaus Verbiegungen und Rutschungen entstehen können.

Jedenfalls verdiente diese Erscheinung durch Beobachtungen an der finnländischen Küste selbst studiert zu werden, wo es empfehlenswert sein würde, mit zwei oder drei Pendeln gleichen Systems zu arbeiten, indem man eines nicht weit von der Küste und die beiden anderen landeinwärts in nordöstlicher Richtung von der Küste in beträchtlichen Entfernungen von einander montiert. Man würde vielleicht so manches über ähnliche Erscheinungen aufklären können.

Ein ganz anderes Aussehen haben die Windrichtungspfeile auf den Wetterkarten vom 4. In Finnland und im nördlichen Teil der Ostsee herrschen starke N- und NW-Winde. Man erkennt in der Tabelle ein bedeutendes Fallen der Stärke der mikroseismischen Bewegungen.

Auch am 5. und 6. sind starke N-Winde in Finnland und in der Ostsee vorhanden, α_m beträgt aber nur 0,6^h.

¹⁾ Die Hypothese, dass die Ursache der mikroseismischen Bewegungen I Art der Wellenschlag sei, rührt von Prof. Wiechert her.

Am 15., 16. und 17. blasen sehr starke SW-Winde auf der Ostsee gegen die finnländische Küste hin, ferner starke N- und NE-Winde im Schwarzen und Mittelländischen Meer, x_m ist hier = 1,9; 1,5 und 1,3^u.

Am 17. und 18. bleibt sehr starker SW auf der Ostsee bestehen, x_m ist = 1,5; 2,4 und 1,8^u. Auch hier erkennt man, dass das Maximum x_m = 2,4 der maximalen Wirkung des Windes auf der Ostsee nachfolgt.

Dezember.

$$x_m = 0,3^u - 3,7^u$$

$$T_p = 3,7^s - 7,7^s$$

Mittleres x_m für 62 Seismogramme 1,30^u.

Für diesen Monat möge folgende Tabelle angeführt werden:

N.	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G.
202	2—3	0,9 ^u	28	18 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
203	3	0,7	28	20
204	3—4	0,5	28	21
205	4	0,5	32	13
206	4—5	0,4	31	15
207	5	0,5	(4)	9
208	5—6	0,9	24	8
209	6	1,1	20	18
210	6—7	1,7	20	31
211	7	2,7	21	30
212	7—8	2,7	22	23
213	8	2,4	20	22
214	8—9	2,0	20	27
215	9	2,0	20	24
216	9—10	3,1	21	24
217	10	3,0	18	21
218	10—11	2,7	18	26
219	11	1,4	16	27
220	11—12	1,3	14	24
221	12	0,8	14	25

Am 2., 3. und 4. herrschen in Finnland und auf der Ostsee starke NW- und N-Winde. Auf dem Ozean sind am 5. stärkere SW-Winde zu erkennen, während auf der Ostsee und in Finnland schwache und unregelmäßige Winde vorherrschen. Am 6. und 7. sind sehr starke SW-Winde auf der Ostsee und an der finnländischen Küste, die zwischen dem 7. und 8. schwächer werden, um am 8., 9. und 10. wiederum zuzunehmen. Am 10., 11 und 12. herrscht schon auf der Ostsee S-Wind, der allmählich abnimmt. In der übrigen Beschaffenheit der Atmosphäre Europas ist nichts auffallendes zu finden.

Man erkennt hier eine vollständige Parallele der mikroseismischen Bewegungen I Art mit SW-Winden auf dem Ozean und ganz besonders auf der Ostsee mit nachfolgendem Maximum, wobei natürlich auch der Lokalwind ziemlich parallel zu gehen scheint, da die meteorologischen Observatorien nicht weit von der Küste entfernt sind.

Nach der Drehung des Windes nimmt allmählich die Amplitude ab.

Weiter mag als ganz besonders wichtig, nämlich als Gegenstück zum vorhergehenden, folgende Tabelle angegeben werden:

№	Datum.	x_m	W.-R.	W.-G.
246	24—25	1,1 ^u	28	25 $\frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$
247	25	1,0	2	29
248	25—26	0,8	5	40
249	26	0,9	4	42
250	26—27	0,8	4	40
251	27	1,0	6	31
252	27—28	0,6	6	22

Zwischen dem 24. und 25. blasen in Finnland und auf der Ostsee starke N- und NW-Winde, die zwischen dem 25. und 26. zu gewaltigen NE-Stürmen heranwachsen und ein beträchtliches Gebiet auf dem Festlande beherrschen. Zwischen dem 26. und 28. tobt über Finnland und die Ostsee ein mächtiger NE-Sturm nach Dänemarks Küsten hin. In dieser ganzen Periode sind die mikroseismischen Bewegungen I Art aber fast konstant und ca. 1,0^u gross. Als Folge dieses starken NE-Windes tritt 6 Tage hindurch in den mikroseismischen Bewegungen eine lange Periode von 6 bis über 7 sec. auf, die am 2. Januar wieder kürzer wird. Möglich ist es, dass diese längere Periode darauf zurückzuführen ist, dass diese mikroseismischen Bewegungen aus einer Gegend herkommen, wo der Seegang ein

viel grösserer war, als irgend jemals unter den beobachteten Fällen im Finnischen Meerbusen. Der Umstand, dass der SW-Wind die Periode wieder kürzer macht, scheint dafür zu sprechen.

Januar 1909.

$$x_m = 0,2^u - 4,6^u$$

$$T_p = 3,7^s - 8,7^s.$$

Mittleres x_m für 52 Seismogramme = $1,70^u$.

Am 2. herrschen auf dem Ozean und der Ostsee wieder starke SW-Winde. Die Periode der mikroseismischen Bewegungen wird kürzer ($4-5^s$), $x_m = 2,0^u$. Am 3. und 4. sind starke SW- und W-Winde in Island, gegen die Küste von Skandinavien und auch auf der Ostsee; die Folge ist, dass x_m zwischen dem 4. und 5. im Mittel $3,4^u$ erreicht.

Den 5. Morgens herrscht in Finnland und auf der Ostsee starker NW, wodurch zwischen dem 5. und 6. x_m bis auf $1,7^u$ sinkt. Für das Seismogramm für den 5. steht die Bemerkung: «I Art am Abend kleiner».

Am 10. und 11. bläst sehr starker SW längs der Küste Norddeutschlands, in Süd-Skandinavien und auf der Ostsee; x_m beträgt im Durchschnitt $2,9^u$.

Am 12. und 13. sind überall nur ungeordnete Winde vorhanden, wobei $x_m = 1,3^u$ wird.

Auch in diesem Monat bestätigt sich überall die Eigenschaft der mikroseismischen Bewegungen I Art, mit SW-Winden auf der Ostsee zuzunehmen, nur kommen in diesem Monat längere Perioden öfter vor als früher, was wohl darauf schliessen lässt, dass der maximale Seegang, also der Herd der mikroseismischen Bewegungen I Art, ein sehr gewaltiger, aber viel weiter von Pulkowa entfernt gewesen sein mag. Dieses mag wohl noch aus dem Grunde zutreffen, da in diesem Monat sicherlich viele Stellen der Ostseeküste mit Eis bedeckt waren. Zum Schluss dieser Serie kommen überall ganz verschiedene und meistens schwache Winde vor, sodass hier x_m im Mittel nur $0,4^u$ beträgt, wobei die Periode wiederum auf 4^s-5^s zurücksinkt.

Das wäre das Bild der mikroseismischen Bewegungen I Art für diese Beobachtungszeit und man muss gestehen, dass es unzweifelhaft beweist, dass das bewegte Meer die mikroseismischen Bewegungen I Art hervorbringt. Das Wachsen der Amplitude mit dem SW-Winde auf dem Meer, das Nichteinwirken eines NE-Windes auf dem Lande und auf dem Meere, ganz besonders aber das Nachfolgen des Maximums dem maximalen Winde sind hinreichende Beweise dafür, dass alles ein Spiel der Wasserwellen und des hohen Seeganges ist.

Die mikroseismischen Bewegungen I Art sind also allem Anscheine nach nichts anders, als Gleichgewichtsstörungen in der festen Erdrinde durch die Arbeit des Wassers.

Um zu sehen, wie weit die Periode und die Amplitude von einander abhängig sind, wurden alle Daten gruppenweise geordnet, indem man alle Perioden, die ein Intervall einer Einheit umfassten, nebst ihren zugehörigen Amplituden zusammenfasste und aus diesen Gruppen die Mittel bildete. Auf diese Weise entstand die folgende Tabelle:

Anzahl der Beobachtungen.	Mittleres T_p .	Mittleres x_m .
103	3,77	0,48 μ
294	4,58	0,81
259	5,40	1,66
78	6,44	1,48
35	7,31	1,43
7	8,38	2,08

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Perioden zwischen 4^s und 6^s am häufigsten vorzukommen pflegen. Es treten wohl auch noch vereinzelt längere und kürzere Perioden auf, als die hier gemessenen, sie geben aber nicht den allgemeinen Charakter der Bewegungen wieder, weshalb man auf sie kein Gewicht legte.

Für Perioden bis ca. 6 sec. erkennt man hier deutlich, dass, je länger sie sind, um so grössere Amplituden ihnen zukommen; für noch grössere Perioden ist diese Eigenschaft nicht ausgeprägt, was daraus sich erklären lässt, dass die Entfernung vom Störungsherd mit ins Spiel kommt.

Im Allgemeinen schwankten die Amplituden für die 6 Intervalle beträchtlich, wie dieses die folgende Tabelle zeigt.

T_p	x_m
3 ^s — 4 ^s	0,07 μ — 1,5 μ
4 — 5	0,1 — 3,8
5 — 6	0,3 — 8,6
6 — 7	0,2 — 3,4
7 — 8	0,7 — 4,6
8 — 9	1,0 — 2,7

Jetzt werde ich kurz über die mikroseismischen Bewegungen II Art berichten. Diese Bewegungen hängen vom lokalen Winde ab¹⁾. Wenn der Lokalwind in Pulkowa keine Geschwindigkeit über $10 \frac{\text{Klm.}}{\text{St.}}$ entwickelt, sind die mikroseismischen Bewegungen II Art sehr klein und wenig störend. Für grössere Windstärken aber werden sie sehr lästig und entstellen bei empfindlicheren Pendeln sehr oft die Erdbebendiagramme.

Wie in der Einleitung erwähnt wurde, liess man in Pulkowa zum Studium dieser Art von Bewegung das Pendel № III unter einer Stahlglocke im luftverdünnten Raum registrieren und hoffte einen Teil von ihnen, die von dem direkten Einfluss des Luftzuges bewirkt wären, auszuschliessen. Auffallender Weise stellte es sich aber bald heraus, dass das Pendel unter der Stahlglocke öfters mehr und sogar noch grössere Ausschläge für die mikroseismischen Bewegungen II Art ergab, als das unter einer gewöhnlichen Blechkappe.

Die Bearbeitung der mikroseismischen Bewegungen II Art ist sehr dadurch erschwert, dass bei starken lokalen SW-Winden auch die mikroseismischen Bewegungen I Art sehr stark auftreten und bisweilen die II Art fast ganz verschlingen. In diesem Fall kann von einer Ausmessung und Bearbeitung natürlich nicht die Rede sein.

Doch finden sich Seismogramme, auf denen man die Registrierungen beider Pendel sehr gut verfolgen kann.

Bei diesem Vergleich standen mir die einstündigen Beobachtungen der beiden meteorologischen Observatorien in St.-Petersburg und Pawlowsk über die Windstärke und Windrichtung zur Verfügung, sodass es möglich war, die Einwirkung des Windes genauer zu verfolgen.

Ich will hier nicht weitläufige Beschreibungen unternehmen, sondern nur kurz erwähnen, dass sich eine vollständige Parallele feststellen liess ohne Rücksicht auf die Windrichtung. Die Stärke im allgemeinen kann von der Richtung wohl abhängen, doch bleibt immer die Tatsache bestehen, dass dort, wo ein Wachsen oder Abnehmen des Windes eintritt, auch die mikroseismischen Bewegungen diesem Spiel folgen. Wo ein Anwachsen der Windgeschwindigkeit von Stunde zu Stunde in höherem Maasse vorhanden war, dort traten sofort auch die mikroseismischen Bewegungen II Art mehr hervor und umgekehrt. Sogar lässt sich bisweilen auf die Beschaffenheit des Windes schliessen.

Es kommen Fälle vor, wo die mikroseismischen Bewegungen II Art ein besonders sinusoidales Aussehen besitzen, wenn der Wind regelmässig pe-

¹⁾ Fürst B. Galitzin (Goliceyn) Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa. Zweite Mitteilung. L. c. p. 115.

riodisch zu- und abnimmt. Vielfach sind sie aber total unregelmässig und entsprechen mehr oder weniger einzelnen heftigen Windstössen.

Nach der Ausmessung der Kurven beider Pendel ergab sich nun folgendes Bild.

Meistenteils sind die Angaben des Pendels III fast doppelt so gross, als die des Pendels II. Es kommen aber auch Fälle vor, wo das Pendel II grössere Amplituden aufweist. Bisweilen zeigt nur das eine, oder das andere allein an. Zur Übersicht möge folgende Tabelle dienen:

N ^o	Datum.	x_m (III)	x_m (II)	T_p	W.-R.	W.-G.
46	$\frac{14}{IX}$	1,6 ^μ	0,7 ^μ	18,4 ^s	32	31 $\frac{Klm.}{St.}$
79	$\frac{30}{IX} - \frac{1}{X}$	4,0	2,5	30,6	19	24
87	$\frac{4-5}{X}$	3,9	1,6	31,6	12	28
184	$\frac{22}{XI}$	2,4	4,3	34,6	16	20!
229	$\frac{16}{XII}$	3,9	1,8	32,7	18	22
»	»	8,6	4,6	51,9	»	»
245	$\frac{24}{XII}$	2,6	1,1	27,0	25	23
250	$\frac{26-27}{XII}$	2,8	1,9	30,1	4	40
»	»	0,0	5,0	35,0	»	»
»	»	1,3	0,0	22,0	»	»
309	$\frac{25}{I}$ 1909	5,0	2,5	40,7	25	25
»	»	2,0	1,0	23,2	»	»

Man erkennt auch hier die bekannte Tatsache, dass längeren Perioden grössere Amplituden zugehören¹⁾.

Um für diese ungleichen Angaben beider Pendel den Grund ausfindig zu machen, wurden einige Versuche mit dem Richard'schen Statoskop angestellt. Es handelte sich darum, festzustellen, ob plötzliche Luftstösse oder -wirbel von den Pendeln registriert würden. Das Statoskop wurde zur Zeit, wo die Seismographen in Funktion waren, angelassen und die Tür des Pendelraumes plötzlich geöffnet oder zugemacht, wobei man jedesmal die

¹⁾ L. c. p. 114.

Zeiten sich notierte. Das Statoskop gab dabei $5 - 6^m/m$ Ausschlag nach der einen oder anderen Seite¹⁾, auf den Seismogrammen fand man aber keine Einwirkung. Daraus kann man wohl schliessen, dass ganz plötzliche Luftbewegungen im Pendelraum von den Seismographen nicht angezeigt werden.

Weiter stellte man mehreremal noch folgenden Versuch an. Während eines starken Windes wurden die Seismographen angelassen und das Statoskop zu gleicher Zeit in Funktion gesetzt. Man notierte die Zeit und verliess den Pendelraum, indem alle Türen, wie gewöhnlich, wo die Station funktioniert, geschlossen wurden. Man liess nun alles $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden in Tätigkeit, notierte dann wieder die Zeit und unterbrach das Statoskop.

Die so erhaltene Kurve des Statoskops zeigte verschiedene Zackungen, einzelne mit einer gewissen Periode, andere wiederum von der Art, die plötzlichen Luftdruckänderungen entsprechen. Bei Parallelstellung der erhaltenen Kurven des Statoskops mit den Aufzeichnungen der Pendel stellte es sich heraus, dass diejenigen Stellen der Kurve nach dem Statoskop, die einen mehr oder weniger sinusoidalen Charakter aufwiesen, eine gewisse Ähnlichkeit mit den mikroseismischen Bewegungen II Art besaßen, während dort, wo nach dem Statoskop spitzere Zackungen vorkamen, gar keine oder nur sehr schwache mikroseismische Bewegungen auftraten.

Diese Beobachtungsserie mit den Pendeln III und II wurde Ende Januar geschlossen. Von dort ab montierte man das Pendel II in ostwestlicher Richtung, während man auf einer getrennten Säule zum weiteren Studium der mikroseismischen Bewegungen II Art ein neues, den beiden anderen ähnliches Pendel I in nordsüdlicher Richtung in einem Glaskäfig aufstellte. Die Versuche mit dem Statoskop wurden auch jetzt bisweilen vorgenommen und man fand eine ähnliche Parallele zwischen der Kurve des Statoskops und den Aufzeichnungen der Pendel in nordsüdlicher Richtung. Nebenbei wurden auch einige Amplituden nach Pendel III und I ausgemessen, wobei das Pendel I drei- bis viermal so grosse Amplituden der mikroseismischen Bewegungen aufwies, als Pendel III. Das Pendel II in ostwestlicher Richtung zeichnete die mikroseismischen Bewegungen II Art ganz anders, sodass mit der Kurve des Statoskops überhaupt keine Parallele konstatiert werden konnte.

Wodurch erklärt sich nun der Umstand, dass gerade eine Parallele mit dem Statoskop für die Pendel in nordsüdlicher Richtung vorhanden ist?

Man kommt auf den Gedanken, dass die grösste Saugwirkung in nordsüdlicher Richtung ausgeübt werden muss und im inneren Raume selbst einen Luftzug erzeugt, der die Säulen, auf denen die Pendel ruhen, und

¹⁾ $1^m/m$ entspricht $0,011^m/m$ Luftdruckänderung.

Pendelgehäuse in Schwankungen bringt. Die Türspalte und Löcher, durch welche elektrische Leitungen geführt sind, befinden sich in der Tat nördlich von dem Pendelraum. Auch die Angaben der drei Pendel sprechen dafür, dass jedenfalls ein beträchtlicher Teil der mikroseismischen Bewegungen II Art inneren Luftbewegungen angehören kann, denn das Pendel I im grossen Glaskäfig, welches die grössten Amplituden ergeben hat, steht mit seiner Säule der Tür am nächsten, hinter ihm folgt das Pendel III im luftverdünnten Raum auf einer ähnlichen Säule und ganz hinten auf einer schmalen und kurzen Säule, welche durch keinen Zwischenraum vom Boden getrennt war, das Pendel II, das in nordsüdlicher Richtung die kleinsten Amplituden aufwies, in ostwestlicher aber sehr starke mikroseismische Bewegungen II Art registriert. Wollte man dieses Verhalten des Pendels II auf Schwankungen des Observatoriumgebäudes allein zurückführen, so kann man bemerken, dass dieses gerade in nordsüdlicher Richtung seine flache Seite besitzt, während es sich in der ostwestlichen Richtung in ganz beträchtlicher Länge ausdehnt. Jedenfalls könnte immer aber die Beschaffenheit des Fundaments des Gebäudes und der Säulen selbst in solcher Angelegenheit eine wichtige Rolle spielen, was sicherlich weiter untersucht zu werden verdiente.

Dass aber die Gehäuse und Säulen wirklich schon auf einige Luftzüge reagieren, geht daraus hervor, dass ein einige Zeit anhaltendes Blasen aus dem Munde auf die ca. 300 Kgr. schwere Stahlglocke schon wirklich genügt, um eine kleine Ablenkung des Lichtpunktes am Registriergalvanometer hervorzubringen.

Doch sind über diesen letzteren Punkt noch weitere Versuche nötig.

Erweist es sich in der Tat, dass geringe Luftzüge schon störend einwirken können, so wird auch wiederum die elektromagnetische Registrierungsmethode eine weitere nützliche Seite zur Geltung bringen. Man würde weiterhin dann nicht bestrebt sein die Pendel auf Säulen aufzustellen, sondern müsste gerade Höhlungen in den Boden mauern, die man während der Registrierung von oben leicht verschliessen kann.

Zum Schluss möge das Resultat dieser Untersuchung kurz zusammengefasst werden.

Die mikroseismischen Bewegungen I Art werden vom Pendel im luftverdünnten Raum genau ebenso wiedergegeben, wie von dem in gewöhnlicher Luft. Die Übereinstimmung ist eine sehr gute.

Sie hängen für Pulkowa sehr stark von der Windrichtung auf den westlichen Gewässern ab.

Ein anhaltender SW - Wind auf der Ostsee gegen die finnländische Küste bringt jedesmal für Pulkowa bedeutendes Anwachsen der Amplitude der mikroseismischen Bewegungen I Art mit sich.

Ein anhaltender NE-Sturm auf dem Lande bringt für Pulkowa keine Vergrößerung der Amplitude hervor, als Folge zeigt sich eine Verlängerung der Periode.

Die mikroseismischen Bewegungen I Art sind streng genommen vom Lokalwinde unabhängig, die Abhängigkeit ist oft wohl vorhanden, aber nur scheinbar.

Das Meer spielt bei der Entstehung der mikroseismischen Bewegungen I Art die wichtigste Rolle.

Das Maximum der mikroseismischen Bewegungen I Art folgt dem maximalen Winde auf dem Meere nach.

Da der höchste Seegang gleichfalls der maximalen Windwirkung nachfolgt, so bildet ohne Zweifel dieser die Ursache der Entstehung der mikroseismischen Bewegungen I Art.

Die Perioden zwischen 4 — 6^s sind am meisten vertreten.

Im Mittel entsprechen längeren Perioden auch grössere Amplituden. Die Abhängigkeit ist keine strenge, weil die Entfernung vom Störungsherd mit eine Rolle spielen muss.

Die Amplitude der mikroseismischen Bewegungen I Art nimmt im Herbst und Winter zu.

Die mikroseismischen Bewegungen II Art sind vom Lokalwinde abhängig. Sie gehen der Windstärke vollständig parallel.

Sie werden gleichfalls vom Pendel im luftverdünnten Raum wiedergegeben, aber mit einer anderen Amplitude.

Sie werden von verschiedenen Pendeln ganz verschieden wiedergegeben.

Die Kurve eines Richardschen Statoskopes an windigen Tagen hat an Stellen, wo ein wellenartiges Aussehen mit längeren Perioden vorkommt, mit der der mikroseismischen Bewegungen II Art nach den Pendeln in nordsüdlicher Richtung viel Ähnlichkeit. Die gezackten Stellen zeigen keine Übereinstimmung.

Die mikroseismischen Bewegungen II Art nach dem Pendel in ostwestlicher Richtung haben ein total abweichendes Aussehen.

Ein grosser Teil der mikroseismischen Bewegungen II Art gehört wahrscheinlich Luftzügen und Saugwirkungen im Pendelraum selbst an.

An dieser Stelle spreche ich dem Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St.-Petersburg Herrn Fürsten B. Galitzin für die Überlassung der Seismogramme und das lebhafte Interesse, welches er der Arbeit entgegengebracht hat, meinen verbindlichsten Dank aus.



Объ опредѣленіи постоянной горизонтальнаго маятника по способу кн. Б. Б. Голицына.

А. Я. Орловъ.

Обычный приѣмъ опредѣленія угла i , между отвѣсной линіей и осью вращенія горизонтальнаго маятника состоитъ въ томъ, что маятникъ заставляютъ качаться сначала около оси, наклоненной къ отвѣсу подъ угломъ i , затѣмъ маятникъ повертываютъ и наблюдаютъ его качанія около горизонтальной оси, проходящей, по возможности, черезъ тѣ же точки маятника, что и первая ось. Если уголъ i очень малъ, что обыкновенно и имѣетъ мѣсто, то

$$i = \frac{T_0^2}{T_i^2},$$

гдѣ T_0 есть періодъ колебанія маятника около горизонтальной оси и T_i — около оси, наклоненной къ отвѣсу подъ угломъ i .

Такой способъ опредѣленія угла i представляетъ, однако, большія неудобства. Для маятниковъ, подвѣшенныхъ на нитяхъ, устроить горизонтальную ось, проходящую черезъ тѣ же точки маятника, что и наклонная, очень трудно; кромѣ того, въ одномъ случаѣ маятникъ будетъ качаться съ проволоками, въ другомъ — безъ проволокъ. Наконецъ, при каждомъ опредѣленіи i маятникъ нужно разбирать и снова устанавливать, что весьма затруднительно, если грузъ маятника очень тяжелъ или подвѣска маятника отличается сложностью, какъ у маятниковъ Репсольда. Между тѣмъ, опредѣленіе угла i слѣдуетъ дѣлать возможно чаще, въ особенности при изслѣдованіи лунно-солнечнаго притяженія. Поэтому желательно было бы имѣть такой способъ опредѣленія этого угла, который бы при простотѣ, удобствѣ и точности не требовалъ никакихъ лишнихъ приспособленій и для котораго не нужно было бы разбирать горизонтальный маятникъ. Такимъ способомъ является, по моему мнѣнію, способъ, предложенный кня-

земь Б. Б. Голицынымъ въ статьѣ: «Zur Methodik der Seismometrischen Beobachtungen», стр. 65 и слѣд.

Этотъ способъ состоитъ въ слѣдующемъ. Будемъ опредѣлять періоды колебаній горизонтальнаго маятника, давая его оси различныя наклоненія къ отвѣсу:

$$i_1, i_2, \dots, i_j, \dots$$

Кромѣ того, измѣримъ разности этихъ угловъ; пусть, наримѣръ,

$$i_j - i_1 = \alpha_j, \dots \dots \dots (1)$$

Если нѣтъ затуханія, и если углы i_j остаются настолько малыми, что отношеніе ихъ синусовъ можно замѣнить отношеніемъ угловъ, то будемъ имѣть

$$\frac{T_1^2}{T_j^2} = \frac{i_j}{i_1}, \dots \dots \dots (2)$$

Уравненія (1) и (2) даютъ намъ:

$$i_1 = \frac{\alpha_j}{\frac{T_1^2}{T_j^2} - 1}, \dots \dots \dots (3)$$

По этой формулѣ легко найти i , причемъ множитель

$$\frac{1}{\frac{T_1^2}{T_j^2} - 1},$$

проще всего вычисляется съ помощью таблицъ Гаусса для логарифмовъ разности двухъ чиселъ. Вычисленія обыкновенно достаточно вести съ четырьмя знаками.

Для измѣренія разностей α_j кн. Б. Б. Голицынъ предлагаетъ три способа, изъ которыхъ первый требуетъ катетометра, второй — зеркала и трубы со шкалой, третій способъ даетъ менѣе точный результатъ, поэтому мы на немъ не будемъ останавливаться. Однако и первые два способа намъ не кажутся достаточно удобными, такъ какъ требуютъ приборовъ, которыхъ можетъ и не оказаться на сейсмической станціи; поэтому мы предлагаемъ измѣрять углы α_j съ помощью установочнаго винта. Работа въ этомъ случаѣ, какъ и во всѣхъ другихъ, распадается на двѣ части. Прежде всего, дѣйствуя двумя боковыми установочными винтами, маятникъ надо поставить такъ, чтобы вертикальная плоскость, проходящая черезъ ось вращенія маятника, проходила также и черезъ ось третьяго установочнаго винта. Установка ведется до тѣхъ поръ, пока подниманіе и опусканіе этого

третьяго установочнаго винта не вызываетъ отклоненія маятника, а измѣняетъ лишь наклонность его оси, а слѣдовательно и періодъ колебанія. Затѣмъ самое наблюденіе ведется совершенно такъ же, какъ и при испытаніи уровня.

Способъ этотъ отличается очень большою точностью. Для примѣра приведемъ опредѣленіе наклонности оси вращенія тяжелаго (13 пудовъ) Цѣльнеровскаго маятника, установленнаго въ Юрьевѣ въ такомъ маленькомъ помѣщеніи, что пользоваться катетометромъ или трубою со шкалой было бы совершенно невозможно.

Головка винта этого маятника раздѣлена на 90 частей. Винтъ повертывался каждый разъ на 20 дѣленій, и при каждомъ положеніи винта опредѣлялся періодъ колебанія маятника; при этомъ получились слѣдующія числа:

T
48.99
35.36
28.98
25.24
22.60
20.65.

Цѣна одного оборота винта равняется

$$459''7,$$

такъ что ось маятника наклонялась каждый разъ на

$$102''2.$$

Обозначимъ эту величину черезъ α_1 ; тогда черезъ m поворотовъ винта ось наклонится на уголъ равный $m\alpha_1$, и формула (3) дастъ намъ:

$$i_1 = \frac{m}{\frac{T_1^2}{T_{m+1}^2} - 1} \cdot \alpha_1.$$

Въ данномъ случаѣ m принимаетъ значенія отъ 1 до 5, причемъ $T_1 = 48.99$.

Производя вычисленія для каждого положенія винта, находимъ для i_1 такія значенія:

m	i_1
1	111.6
2	110.5
3	111.2
4	111.0
5	110.9
	<u>111.0</u>
Среднее 111.0	

Точность, съ которой получается здѣсь i_1 , объясняется тѣмъ, что поставить индексъ винта на опредѣленное дѣленіе его головки можно съ значительно большею точностью, чѣмъ измѣрить уголъ, отсчитывая дроби дѣленій.

Описанныя здѣсь наблюденія были произведены мною 22 дек. 1909 г.

Чтобы имѣть болѣе правильное сужденіе о предлагаемомъ методѣ опредѣленія i_1 , я просилъ студ.-мат. Е. И. Бюса повторить еще разъ всѣ наблюденія съ тѣмъ же маятникомъ, что и было имъ выполнено съ большою аккуратностью 23 января 1910 года.

Для цѣны оборота винта Е. И. Бюсъ получилъ то же число, что и я. Для періодовъ и для угла i_1 онъ получилъ такія значенія

m	T	i_1
0	50.30	
1	35.73	104.9
2	29.17	103.8
3	25.33	104.4
4	22.67	104.5
5	20.70	104.5
		<u>104.4</u>
		Среднее 104.4

Чтобы сравнить этотъ результатъ съ тѣмъ, что было получено мною, нужно мое число, 111.0, умножить на отношеніе квадратовъ чиселъ 48.99 и 50.30. Сдѣлавъ это, получимъ для $T = 50.30$

22 XII 1909	$i_1 = 105.2$
23 I 1910	$= 104.4$

Для всего указаннаго промежутка времени можно принять среднее:

$$i = 104.8.$$

