

УДК 525.622

**П. С. МАТВЕЕВ**

**РАЗВИТИЕ ИДЕЙ А. Я. ОРЛОВА  
ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИЛИВНЫХ НАКЛОНОВ  
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РАБОТАХ ПОЛТАВСКОЙ  
ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ**

I. Исследование наклонов земной поверхности является одним из давнишних направлений научной деятельности Полтавской гравиметрической обсерватории Института геофизики АН УССР. Это направление со времени организации обсерватории (1926 г.) и по настоящее время, наряду с исследованиями гравитационного поля и вращательного движения Земли, остается для нее традиционным.

Как известно, наклономерные наблюдения — это регулярные измерения (регистрация) изменений угла  $\Theta_t$ , образованного отвесной линией в пункте наблюдения и пересекающейся с ней произвольной прямой (в заданном азимуте  $\alpha$ ), жестко связанной с физической поверхностью Земли. Природа изменений  $\Delta\Theta$ , названного угла весьма сложна. С одной стороны, они обусловлены

колебаниями отвеса под влиянием лунно-солнечных, приливообразующих сил и ряда других факторов неприливногo происхождения, а с другой — наклонами земной поверхности, которые вызываются ее приливными и неприливыми деформациями.

Результаты наклономерных наблюдений содержат в себе много ценной информации о реакции Земли и ее гравитационного поля на приливообразующие силы и на другие экзогенные и эндогенные воздействия. О справедливости сказанного свидетельствует простой перечень тех задач современной науки и техники, в решении кторых в той или иной форме используются результаты наклономерных наблюдений. К ним относятся:

1) изучение земных приливов и их косвенных эффектов с целью получения данных, характеризующих внутреннее строение Земли (определение параметров приливных деформаций Земли; исследования влияния на них морских и атмосферных приливов, особенностей строения земной коры и верхних слоев мантии, эффектов *полости*, рельефа и других возмущающих факторов);

2) изучение современных движений земной коры (определение скоростей и направлений наклонов тектонического происхождения; изучение отдельных разломов и блоковой структуры земной коры);

3) исследования собственных колебаний Земли, долгопериодических сейсмических волн и некоторых вопросов теории гравитации;

4) прогнозирование землетрясений, извержений вулканов и других катастрофических явлений природы (поиск наклонов-предвестников; оценка достоверности прогноза);

5) исследования наклонов техногенного происхождения (поиск устойчивых площадок под крупные инженерные сооружения, такие, как большие плотины, водохранилища, ускорители, и наблюдения за их поведением; создание служб прогноза обвалов, оползней, горных ударов и внезапных выбросов в шахтах).

Различие в подходе к данным наклономерных наблюдений (специалистов, занятых решением той или иной из перечисленных задач) привело к общепризнанному представлению полного наблюдаемого наклона  $\Delta\theta_t$  в виде суммы двух частей, т. е.

$$\Delta\theta_t = \eta_t + D(t). \quad (1)$$

Здесь первый член справа представляет собой суммарный приливный наклон вида

$$\eta_t = \sum H_i \cos(q_i t + \varphi_i), \quad (2)$$

а второй, так называемый дрейф нуля-пункта наклономера

$$D(t) = \Delta\eta(t) + d(t), \quad (3)$$

включает в себя суммарно кроме собственно дрейфа  $d(t)$  нуля-пункта наклономерной установки (т. е. наклонов-погрешностей инструментального происхождения) еще и все прочие неприливные наклоны  $\Delta\eta_j(t)$ .

Здесь сразу же следует оговориться, что четкой границы между составными частями  $\eta_t$  и  $D(t)$  нет. Тем более нет таких границ и между суммарными наклонами  $d(t)$  и  $\Delta\eta(t)$ , а также между отдельными компонентами последнего. Это обстоятельство значительно осложняет разделение различных по происхождению наклонов, а следовательно, и их исследование при решении перечисленных выше задач. Характерным примером такого рода осложнений могут служить трудности, возникающие при отделении приливной части  $\eta_t$  наблюдаемого наклона от его неприливной части  $\Delta\eta(t)$ . Как бы ни был совершен способ, применяемый для этой цели исследователем, результаты определения солнечных суточных и годовой приливных волн

непрерывно будут искажены близкими по частоте суточной и годовой неприливными волнами метеорологического (в основном температурного) происхождения. Чтобы свести к минимуму такие помехи и тем самым создать благоприятные условия для надежного определения важнейших суточных и долгопериодических приливных волн, исследователям приливных наклонов приходится устанавливать наблюдательную аппаратуру как можно глубже под дневную поверхность (в шахты, штольни, шурфы, глубокие погребя).

Работы Полтавской гравиметрической обсерватории по исследованию наклонов земной поверхности за всю ее более чем полувековую историю были направлены главным образом на изучение приливных деформаций Земли, т. е. на решение первой из названных выше проблем. С конца 50-х годов, по мере повышения точности наклономерных наблюдений, в тематике этих работ проявляется направленность на решение второй проблемы, т. е. на изучение неприливных наклонов. В настоящем очерке мы останавливаемся лишь на работах по исследованию приливных наклонов и, в частности, на результатах, полученных по главной полусуточной волне  $M_2$ , придерживаясь при этом, по мере возможности, хронологической последовательности изложения.

Напомним, что при использовании данных наклономерных наблюдений для определения параметров, характеризующих приливную деформацию Земли, в первую очередь из наблюдаемого суммарного приливного наклона (2) методом гармонического анализа выделяется интересующая исследователя волна  $\eta_x$  вида

$$(\eta_x)_n = (H_x)_n \cos [q_x t + (\varphi_x)_n], \quad (4)$$

где  $q_x$  — угловая скорость данной волны,  $(H_x)_n$  и  $(\varphi_x)_n$  — ее амплитуда и начальная фаза.

Затем вычисляется теоретическое значение этой волны

$$(\eta_x)_t = (H_x)_t \cos [q_x t + (\varphi_x)_t], \quad (5)$$

под которым понимается приливное отклонение отвеса в заданной точке и азимуте  $\alpha$ , рассчитанное теоретически по отношению к поверхности гипотетической, абсолютно твердой, Земли.

Наконец, для получения амплитудной характеристики приливной деформации — уменьшающего множителя  $\gamma$  — достаточно взять отношение [77, 72]

$$\gamma_x = \frac{(H_x)_n}{(H_x)_t} = 1 + k - h, \quad (6)$$

а для оценки фазовой характеристики — найти разность

$$\Delta\varphi = (\varphi_x)_n - (\varphi_x)_t. \quad (7)$$

Параметр  $\gamma$  характеризует податливость Земли в целом при ее упругой деформации под влиянием приливообразующих сил Луны и Солнца. (Для абсолютно твердой Земли  $\gamma = 1$ , а для жидкой Земли  $\gamma = 0$ .)

Важность определения из наблюдений числовых значений величины  $\gamma$  очевидна из выражения (6), устанавливающего связь этого параметра с числами Лява  $k$  и  $h$  [97, 72], которые зависят от плотности и упругих свойств вещества внутри Земли. Число  $h$  есть отношение высоты земного прилива к высоте соответствующего статистического океанического прилива, рассчитанного для абсолютно твердой Земли, а число  $k$  — отношение дополнительного возмущающего потенциала, обусловленного деформацией Земли, к исходному возмущающему потенциалу.

Значение параметра  $\Delta\varphi$ , вычисленного по (7), будет характеризовать (при знаке «плюс») опережение наблюдаемого приливного наклона (4) по отношению к теоретическому (5)\*.

Без преувеличения можно сказать, что работы организатора и первого директора Полтавской обсерватории А. Я. Орлова в области изучения приливных деформаций Земли, в частности в исследовании приливных наклонов земной поверхности, выполненные с 1909 по 1939 г., составили целую эпоху в истории развития нового направления в отечественной геодинاميке. Некоторые из них, благодаря содержащимся в них оригинальным идеям и намеченным путям их реализации, не потеряли своей актуальности и в наши дни.

Предыстория становления названного направления в русской науке не богата именами и событиями. После М. В. Ломоносова (1711—1765), прошедшего в 1759—1764 гг. свои знаменитые, но, к сожалению, безуспешные опыты по обнаружению приливных колебаний отвесной линии и изменений силы тяжести по величине, можно назвать имена лишь двух ученых конца XIX в. — И. Е. Кортацци (1837—1903) и Г. В. Левицкого (1852—1917), — деятельность которых в значительной степени способствовала развитию исследований приливных наклонов земной поверхности в нашей стране [77, 71].

И. Е. Кортацци впервые в России провел в течение 1892—1895 гг. наблюдения за наклонами земной поверхности в Николаевской астрономической обсерватории, директором которой он в то время состоял. Целью этой работы была проверка результатов аналогичных исследований, проведенных незадолго до того (в 1891—1892 гг.) Ребер-Пашвицем, впервые в мире обнаружившим из наблюдений приливные деформации Земли [71, 75]. Кстати, идея проведения в г. Николаеве наклономерных наблюдений исходила именно от Ребер-Пашвица, который после получения от И. Е. Кортацци согласия на свое предложение передал в его распоряжение один из горизонтальных маятников собственной конструкции (с подвесом на спицах). Данные наблюдений И. Е. Кортацци полностью подтвердили результаты, полученные ранее Ребер-Пашвицем, и прежде всего то, что амплитуда наблюдаемого на поверхности реальной Земли приливного наклона  $(H_{\eta})_n$  меньше ее теоретического значения  $(H_{\eta})_t$ , рассчитанного для пункта наблюдения в предположении абсолютной твердости Земли. Так было показано, что реальная Земля действительно подвергается деформациям, вызываемым лунно-солнечными приливообразующими силами.

Хотя известный сейсмолог конца XIX — начала XX вв. профессор астрономии Харьковского университета Г. В. Левицкий сам не провел ни одного длительного ряда наклономерных наблюдений с целью изучения земных приливов, он сделал многое для развития этих работ, успешно занимаясь совершенствованием горизонтальных маятников. В 1893—1894 гг. на сейсмической станции при Харьковском университете, а с 1894 г. — с астрономической обсерватории Юрьевского университета Г. В. Левицкий организовал непрерывные сейсмические наблюдения при помощи горизонтальных маятников типа Ребер-Пашвица (изготовленных по его заказу фирмой «Репсольд» в 1893 г.), исследовал сейсмическую аппаратуру. Вскоре он убедился в том, что горизонтальные маятники Ребер-Пашвица имеют ряд существенных недостатков. Это побудило его заказать в 1897 г. фирме «Репсольд» горизонтальные маятники новой конструкции, при разработке которой он отказался от подвеса на спицах системы Ребер-Пашвица и решил вернуться к так

---

\* До 1976 г. в публикациях Полтавской гравиметрической обсерватории, как и во всех классических работах, для оценки фазового сдвига использовался параметр  $\kappa$  (запаздывание по фазе), отличающийся от  $\Delta\varphi$  только знаком, т. е.  $\Delta\varphi = -\kappa$ .

называемому цельнеровскому способу подвеса маятника на нитях [71, 75]. При выполнении заказа фирма внесла в предложенную конструкцию маятника ряд собственных технических усовершенствований.

В 1899 г. новые маятники установили в подвале Юрьевской обсерватории, и Г. В. Левицкий сравнил их со старыми горизонтальными маятниками Ребер-Пашвица. Сравнение показало, что горизонтальные маятники Репсольда — Левицкого с подвесом цельнеровского типа имеют значительные преимущества перед маятниками Ребер-Пашвица на шпичах [75], в том числе более высокую чувствительность, большее ее постоянство и большее постоянство нуль-пунктов.

II. Еще в 1905—1906 гг., работая в Юрьевском университете под руководством Г. В. Левицкого (в качестве его ассистента на сейсмической станции), А. Я. Орлов проявлял большой интерес к теоретическим исследованиям лунно-солнечных колебаний отвеса. Его возвращение в 1908 г. в Юрьевский университет в связи с избранием на должность астронома-наблюдателя университетской обсерватории создавало самую благоприятную обстановку для проведения здесь экспериментальных исследований этого явления. Понятно, что Г. В. Левицкий передал именно А. Я. Орлову комплект своих маятников для проведения в Юрьеве первых наблюдений над лунно-солнечными деформациями Земли.

21 февраля 1909 г. А. Я. Орлов начал свои известные юрьевские наблюдения. Анализ первого ряда наблюдений, законченного им 12 ноября 1909 г., составил содержание его магистерской диссертации, которую он защитил в 1910 году и вскоре опубликовал [75]. В этой основополагающей работе А. Я. Орлов дает подробное описание горизонтальных маятников Репсольда — Левицкого и помещения наклономерной станции, излагает теорию движения маятника под действием лунно-солнечного притяжения, подробно описывает методику наблюдений и их обработки и, в заключение, выводит значения параметра  $\gamma$ , характеризующие лунную полусуточную волну  $M_2$  по наблюдениям в направлениях:

$$C - Ю - \nu_n = 0.59;$$

$$B - З - \nu_e = 0.68.$$

Для большей уверенности в полученных результатах А. Я. Орлов провел в Юрьеве второй ряд наклономерных наблюдений (с 27 января по 17 июля 1910 г.), установив при этом оба прибора на параллельную запись наклонов в направлении С — Ю. Оба контрольные значения  $\gamma_n$ , полученные по второму ряду наблюдений, практически совпали между собой (0.59 и 0.61), что исключало возможность объяснения инструментальными ошибками выявленного в Юрьеве азимутального различия значений  $\gamma$ .

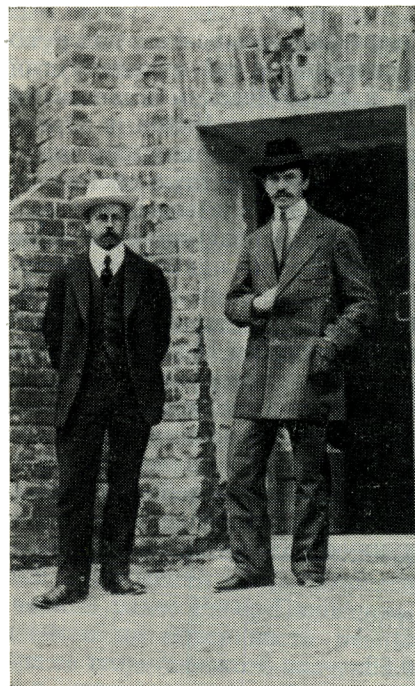
В нескольких статьях, опубликованных за границей и в России, а также в докладе, сделанном в 1911 г. на втором Международном сейсмологическом съезде в г. Манчестере, А. Я. Орлов сообщил о проведенных им наблюдениях за приливными деформациями Земли и полученных результатах. Опубликованные работы принесли ему известность среди западноевропейских специалистов по изучению земных приливов. Важным достоинством работ А. Я. Орлова, обратившим на себя внимание других ученых, была высокая точность его наблюдений, оказавшаяся в несколько раз выше соответствующей точности, достигнутой к тому времени западноевропейскими исследователями, продолжавшими пользоваться маятниками типа Ребер-Пашвица. Достоинства маятников Репсольда — Левицкого, использованных А. Я. Орловым в своих работах, стали настолько очевидны и неоспоримы, что с 1911 г. западноевропейские исследователи постепенно начинают

заменять на своих наблюдательных станциях маятники системы Ребер-Пашвица горизонтальными маятниками различных модификаций с подвесом цельнеровского типа, т. е. на маятники, однотипные с маятниками Репсольда — Левицкого.

В 1911 г. Геккер [94], сопоставив результаты своих наклономерных наблюдений, выполненных в Потсдаме в 1902—1909 гг., с результатами, полученными на других западноевропейских станциях, а также А. Я. Орловым в г. Юрьеве, обнаруживает систематическое азимутальное неравенство

в значениях параметра  $\gamma$  (вида  $\gamma_n < \gamma_e$ ), свойственное территории Западной Европы. Это открытие привлекло к себе пристальное внимание геофизиков и геологов. Было предложено несколько объяснений указанного неравенства, из которых после их критических оценок и переоценок, в конце концов, осталось лишь одно, предложенное А. Лявом [98], который показал, что обнаруженное Геккером различие значений параметра  $\gamma$  обусловлено косвенным влиянием морских приливов в северной части Атлантического океана.

А. Я. Орлов пристально следил за обсуждением вопроса о природе азимутального неравенства параметра  $\gamma$ . Такое обсуждение имело место и на упоминавшемся выше манчестерском съезде, где А. Я. Орлов был избран членом специальной комиссии по изучению приливных деформаций Земли. Когда упомянутая комиссия рассматривала вопрос об организации нескольких наклономерных станций в глубоководных районах, где влияние океанических приливов не должно сказываться, А. Я. Орлов внес предложение организовать одну из таких станций в г. Томске [8]. Это предложение было принято комиссией, которая



А. Я. Орлов и В. К. Абольд у входа в подвал Томской земноприливной станции (снимок 1911 г.)

взяла на себя и часть расходов по организации станции.

Понимая важность порученного ему дела, А. Я. Орлов уже в конце 1911 г. подобрал место для наклономерной станции в г. Томске и организовал ее постройку, а также перевез туда комплект горизонтальных маятников Репсольда — Левицкого и необходимую вспомогательную аппаратуру из г. Юрьева. В начале 1912 г. постройка станции была закончена, а в сентябре того же года на ней были начаты регулярные наблюдения. Первый ряд этих наблюдений продолжался только до конца мая 1913 г. и был прерван в связи с потребовавшимся ремонтом станции [77].

Руководство первыми наклономерными наблюдениями в Томске А. Я. Орлов осуществлял непосредственно сам. Не перепоручил он эту обязанность никому другому и после того, как в декабре 1912 г., получив назначение на должность директора Астрономической обсерватории Новороссийского Университета, переехал в г. Одессу.

Заинтересованность А. Я. Орлова в томских наклономерных наблюдениях вполне понятна. От них он несомненно ждал важных результатов.

которые смогли бы пролить дополнительный свет на проблему азимутально-го неравенства значений параметра  $\gamma$ . Ведь это были первые в мире наблюдения за приливными деформациями Земли, выполняемые на удалении в тысячи километров от побережья Мирового океана.

Обработку первого ряда томских наблюдений (продолжительностью неполных 8 месяцев) А. Я. Орлов выполнял, занимаясь параллельно переработкой потсдамских наблюдений Геккера 1902—1909 гг. и своих наблюдений в Юрьеве 1909—1910 гг. Причем все эти работы были выполнены по единой методике, с применением разработанного им нового способа гармонического анализа, который обеспечивал уверенное определение не только волны  $M_2$ , но и ряда других важных приливных волн. Хотя новый способ, по сути, представлял собой одну из модификаций способа Бергена, нашедшего в то время применение в работах Швейдара по анализу земных приливов [101], положенная А. Я. Орловым в основу этого способа конкретная вычислительная схема была оригинальной. Описание нового способа гармонического анализа, характеристика полученных на трех станциях результатов, их сопоставление и обсуждение, а также основанные на них выводы и рекомендации — все это составило основу докторской диссертации А. Я. Орлова, которую он успешно защитил в 1915 г. в Петербургском университете и в том же году опубликовал [77].

К сожалению, сравнительно невысокая точность значений параметра  $\gamma$ , полученных по волне  $M_2$  в Томске ( $\gamma_n = 0.61$ ;  $\gamma_e = 0.50$ ), не позволила А. Я. Орлову подчеркнуть выявленное им здесь азимутальное неравенство вида  $\gamma_n > \gamma_e$ .

Найдя из полученных по полусуточным волнам в Юрьеве и Томске результатов средневесовые значения  $\gamma$  для направлений С — Ю и В — З и сопоставив их, А. Я. Орлов пришел к заключению, что на этих станциях деформации Земли по обоим направлениям одинаковы [77, с. 120] и, следовательно, не подтверждают обнаруженного на западноевропейских станциях неравенства  $\gamma_n < \gamma_e$ . Далее он вывел средневесовое значение  $\gamma$  по всем имевшимся в его распоряжении результатам, полученным по суточным и полусуточным волнам:  $\gamma_{cp} = 0.66 \pm 0.02$ ; а также нашел аналогичное значение только по суточным волнам:  $(\gamma_{cp})_{с.в} = 0.71 \pm 0.03$ . Последнее значение, в соответствии с рекомендациями Швейдара [100, 101] о предпочтительности использования суточных волн перед полусуточными при определении значений  $\gamma$ , характеризующих приливные деформации Земли, А. Я. Орлов считал наиболее вероятным. Однако это свое согласие с Швейдаром, в оценке важности результатов, получаемых по полусуточным и суточным волнам, он сопроводил важной оговоркой об отсутствии достаточных оснований для полного игнорирования результатов, получаемых по волне  $M_2$ , как это рекомендует Швейдар. Эту оговорку А. Я. Орлов обосновал, во-первых, близостью значений  $\gamma$ , получаемых по волне  $M_2$ , к тому, что дают наблюдения полумесячных морских приливов ( $\gamma = 0.67$ ), а также отсутствием в теоретических расчетах Швейдара убедительного объяснения такого вопроса — «...почему морские приливы, оказывая сильное влияние на амплитуду земных приливных волн... не изменяют начальных фаз» [77, с. 124]. Эта оговорка весьма примечательна. В ней уже можно подметить признак несогласия А. Я. Орлова с мнением Швейдара [100, 102] о том, что единственная причина неравенства  $\gamma_n < \gamma_e$  заключается в систематическом глобальном занижении значений, получаемых по волне  $M_2$ .

В последующие годы А. Я. Орлов стремился организовать наблюдения за приливными деформациями Земли при помощи наклономеров в ряде других глубоководных пунктов России, которые дополняли бы данные, продолжавшие поступать с Томской станции, функционировавшей

крайне нерегулярно, а вскоре (с января 1920 г.) вообще прекратившей наблюдения. Однако неоднократные попытки, предпринимавшиеся им в этом направлении, успеха не имели.

III. Только после 1924 г., когда А. Я. Орлову было поручено возглавить работы по гравиметрической съемке территории Украины и создать специальную обсерваторию для выполнения этих работ и для научно-организационного и методического руководства ими, у него появилась реальная возможность вернуться к оставленным на время исследованиям приливных деформаций Земли, а также заняться исследованиями движения полюсов. С этой целью в программу деятельности создаваемой обсерватории он предусмотрительно ввел, кроме заказной работы по изучению силы тяжести на территории Украины, еще и такие научные задачи, как изучение приливных вариаций силы тяжести по величине и направлению, колебаний широты и движения полюса Земли. Поиски места, удовлетворяющего необходимым условиям для решения перечисленных задач, привели А. Я. Орлова в г. Полтаву, где и была организована такая обсерватория, получившая позднее название Полтавской обсерватории, официальной датой организации которой принято считать 7 апреля 1926 г.

Все работы по организации наклономерных наблюдений в Полтавской гравиметрической обсерватории: строительство подземного помещения земноприливной (наклономерной) станции, подготовка аппаратуры, обучение исполнителей работ и пр., были выполнены в 1926—1927 гг. под руководством А. Я. Орлова и при его деятельном участии. Одновременно с этим он занимался определением волн  $K_1$  и  $P_1$  из наклономерных наблюдений, проведенных Л. Эбле в Париже за 1915 г. [76].

К июлю 1927 г. строительство наклономерной станции Полтавской гравиметрической обсерватории было завершено, и на ней было установлено два горизонтальных маятника конструкции Репсольда — Левицкого со всей вспомогательной аппаратурой, обеспечивающей регистрацию наклонов на фотобумаге.

Горизонтальные маятники, с которыми А. Я. Орлов решил провести наблюдения в Полтаве, были изготовлены в мастерской Одесской астрономической обсерватории и конструктивно не отличались от аналогичных маятников, построенных в свое время фирмой «Репсольд» по заказу Г. В. Левицкого [75].

Подземная камера земноприливной (наклономерной) станции в Полтаве была построена с учетом опыта эксплуатации подобных станций в Юрьеве и Томске. Хотя глубина ее сравнительно невелика (около 4 м), температурные условия для проведения наблюдений оказались вполне удовлетворительными. Подробное описание станций дано в одной из работ З. Н. Аксентьевой (1900—1969), активной помощницы А. Я. Орлова при организации и проведении наблюдений в Полтаве [2].

Период пробных наблюдений в Полтаве растянулся на три года (июль 1927 г. — июль 1930 г.). С одной стороны, из-за неустойчивости постаментов для горизонтальных маятников, заложенного в неустоявшейся еще подземной камере станции, а с другой — в связи с возможными нарушениями нормального режима работы маятников, связанными с продолжавшимися еще строительными работами на территории обсерватории вблизи наблюдательной камеры. Регулярные наклономерные наблюдения были начаты в августе 1930 г. и продолжались до августа 1941 г., когда они были прерваны в связи с эвакуацией обсерватории в г. Иркутске в начале Великой Отечественной войны.

Ответственным исполнителем наклономерных наблюдений в Полтаве с августа 1930 г. по сентябрь 1934 г. была З. Н. Аксентьева. Общее руководство наблюдениями осуществлял А. Я. Орлов.



В период с сентября 1934 по февраль 1939 г., в связи с тем что и А. Я. Орлов, и З. Н. Аксентьева работали в научных учреждениях г. Москвы и Московской области, руководство наблюдениями осуществлялось общими усилиями ведущих сотрудников обсерватории (И. Н. Язев, Н. А. Попов и др.). С февраля 1939 г., после возвращения в Полтавскую обсерваторию, З. Н. Аксентьева продолжала эти наблюдения уже самостоятельно, вплоть до их окончания.

Наклономерная станция Полтавской гравиметрической обсерватории была первой станцией такого рода в Советском Союзе. В приводимом ниже перечне наклонномерных станций, организованных Полтавской гравиметрической обсерваторией на территории Украины (табл. 1), мы ставим ее на первое место и присваиваем название «Полтава I».

Первые три года наблюдений на станции «Полтава I» (сентябрь 1930 — август 1934 г.) были обработаны А. Я. Орловым и опубликованы в работе [74], — можно сказать его итоговом труде в области изучения земных приливов.

Прежде всего в упомянутой работе А. Я. Орлов дает описание усовершенствованного варианта своего способа гармонического анализа, который, в отличие от варианта, примененного им в 1915 г. [77], позволяет использовать все наблюденные часовые ординаты  $\eta_t$  (а не третью часть их, как это было раньше). Применение нового способа анализа позволило ему получить для Томска по наблюдениям 1914—1916 гг. уточненные значения параметра  $\gamma$  для волны  $M_2$  в направлениях С—Ю и В—З ( $\gamma_n = 0.60$  и  $\gamma_e = 0.48$ ). Сопоставив эти результаты с тем, что дала аналогичная обработка трех первых годовых серий полтавских наблюдений ( $\gamma_n = 0.80$ ,  $\gamma_e = 0.69$ ), А. Я. Орлов сделал ряд важных выводов, из которых по крайней мере два содержат указания на то, какое направление следует придать в будущем изучению приливных наклонов:

1) «...по наблюдениям на одной только станции нельзя судить о величине деформаций всего земного шара. Кроме общего прилива, свойственного всей Земле, существуют еще местные приливные деформации земной коры, различные в разных местах, вследствие чего значения коэффициента  $\gamma$ , получаемые на разных станциях, заметно отличаются друг от друга» [74, с. 22].

2) «Теория Швейдара о влиянии морских приливов на земные наблюдения в Томске и Полтаве не подтверждается» [74, с. 29].

Напомним, что во втором выводе речь идет о теории Швейдара [102], согласно которой разность  $\gamma_n - \gamma_e$  для волны  $M_2$ , оставаясь везде отрицательной, должна меняться в зависимости от широты в довольно широких пределах: от нуля на полюсах до  $-0.458$  на экваторе. Как было отмечено выше, еще в 1915 г. А. Я. Орлов, располагая только предварительным результатом для Томска, уже брал под сомнение некоторые положения этой теории [77]. Когда такого же рода неравенство дали и первые результаты наблюдений в Полтаве, он уже без всяких оговорок заявил о несоответствии этой теории наблюдениям и о целесообразности ее пересмотра [74, с. 23].

А. Я. Орлов обратил внимание на несогласие теории Швейдара с данными наблюдений, а несколько позже, в одной из своих работ Е. П. Федоров, работавший с 1947 по 1959 г. в Полтавской гравиметрической обсерватории в области изучения вращательного движения Земли, указал на слабое место самой этой теории [83]. Оно заключается в том, что при своих расчетах Швейдар воспользовался теорией морских приливов Хофа, в которой допускается, что Мировой океан полностью покрывает Землю, а действительное распределение суши и моря на земной поверхности не учитывается.

Перечень наклономерных станций, организованных Полтавской гравиметрической обсерваторией земной коры

Станция	Местоположение (приблизительно)		Тип камеры, глубина, м
	$\varphi$ (N)	$\lambda$ (E)	
Полтава I	49.6°	34.5°	Погреб I, 4
»	49.6	34.5	То же
Полтава II	49.6	34.5	Погреб II, 4
Шмаково	48.0	33.4	Шахта, 237
Ингулец I	47.7	33.2	Шахта, 260
Ингулец II	47.7	33.2	Шахта, 129
Торез I	48.1	38.6	Шахта, 160
»	48.1	38.6	То же
Торез II	48.1	38.6	Шахта, 160
Симферополь	45.0	34.0	Штольня, 25
»	45.0	34.0	То же
Калуш	49.0	24.4	Шахта, 230
Дарьевка	46.6	32.8	Шурф, 7
Киев I	50.4	30.5	Штольня, 10
Киев II	50.4	30.5	Штольня, 16
Великие Будища	49.9	34.6	Шурф, 12
»	49.9	34.6	То же
Шевченково	49.5	35.6	Шурф, 15
Самотоевка	50.8	35.2	Шурф, 10
Инкерман	44.6	38.6	Штольня, 80
Карло-Либкнеховск I	48.7	38.1	Шахта, 120
Карло-Либкнеховск II	48.7	38.1	То же
Карло-Либкнеховск III	48.7°	38.1°	» »
То же	48.7	38.1	» »
Карло-Либкнеховск IV	48.7	38.1	Шурф, 6
Карло-Либкнеховск V	48.7	38.1	То же
Лиховка	48.7	33.9	Шурф, 9
Катериновка	49.2	36.6	Шурф, 12
Мураховка	47.2	33.0	Шурф, 10
Покровская Багачка	49.8	33.1	Шурф, 12
Судиевка	49.5	34.4	То же
»	49.5	34.4	» »
Христофоровка	48.0	33.1	» »
»	48.0	33.1	» »
Березовая Рудка	50.3	32.3	» »
Харцызск	48.0	38.2	Шахта, 360
Перегоновка	49.1	34.2	Шурф, 12

Примечания: РЛ — горизонтальные маятники Репсольда — Левицкого [75]; ОСТ — фотоэлектрические станции. Приближенные координаты  $\varphi$  и  $\lambda$  сняты с карты масштаба 1 : 2 500 000 (Издания ГУГК при СМ СССР, 1964 г.).

Еще в 1911 г. Геккер [94] в очень осторожной форме высказал предположение о существовании таких особенностей строения верхней части земной коры в Западной Европе, которые проявляются в асимметрии упругих свойств Земли и обуславливают неравенство  $\gamma_n < \gamma_e$ , ранее обнаруженное по наблюдениям станций этого региона. Швейдар [100] для весьма упрощенной модели строения Земли теоретически рассчитал вклад, который вносит кора (толщиной в 120 км) в приливную деформацию Земли в целом. Он оказался незначительным (около 0.3%), на основании чего Швейдар сделал заключение о том, что особенностями строения верхних слоев земной коры нельзя объяснить наблюдаемое азимутальное неравенство значений  $\gamma$ . Это заключение, как мы теперь знаем, сделано было Швейдаром без достаточных оснований. Оно закрыло более чем на четверть века путь творческому развитию весьма перспективной идеи, высказанной Геккером, тормозя тем самым

## рией на территории Украины для изучения земных приливов и современных движений

Прибор	Эпоха наблюдений	Астрономические азимуты регистрации наклонов	Литературный источник
РЛ	VIII. 1930 — VIII. 1941	347; 77°	[74, 2]
РЛ	VI. 1948 — VI. 1952	347; 77	[4, 6]
ОСТ	VII. 1958 — VII. 1959	0; 90	[78, 80]
РЛ	X. 1957 — II. 1960	210; 300	[7, 52, 64]
РЛ	VIII. 1961 — XII. 1962	76; 166	[64]
РЛ	IV. 1963 — VI. 1964	90; 180	[64]
РЛ	V. 1960 — III. 1962	212; 302	[44]
РЛ	XII. 1962 — II. 1966	212; 302	[46]
РЛ	X. 1963 — II. 1965	315; 45	[47]
РЛ	IX. 1963 — VI. 1966	90; 180	[10, 87]
РЛ	IX. 1974 — . . . . .	270; 0	[70]
РЛ	XII. 1963 — III. 1966	156; 246	[11]
ОСТ	VII. 1964 — XII. 1965	0; 90	[28, 63]
ОСТ	XII. 1964 — VII. 1965	31; 121	[15, 16]
ОСТ	IX. 1965 — VII. 1966	358; 88	[16]
ОСТ	XI. 1965 — XII. 1966	0; 90	[56, 29]
ОСТ	XI. 1965 — XII. 1966	0; 90	[56, 29]
ОСТ	VIII. 1966 — IX. 1968	180; 270	[17]
ОСТ	XI. 1966 — IX. 1968	0; 90	[58]
РЛ	XI. 1966 — VII. 1969	354; 84	[12]
РЛ	III. 1967 — II. 1970	0; 90	[19]
РЛ	X. 1970 — X. 1972	0; 90	[23]
РЛ	XII. 1973 — IV. 1975	0; 90°	[25]
ГМПО	VII. 1974 — IV. 1975	0; 90	[25]
ОСТ	I. 1977 — . . . . .	180; 270	[50]
ОСТ	I. 1977 — . . . . .	180; 270	[50]
ОСТ	VII. 1967 — V. 1969	0; 90	[58]
ОСТ	IX. 1968 — VIII. 1970	180; 270	[18]
ОСТ	VIII. 1969 — VIII. 1972	0; 90	[62]
ОСТ	I. 1971 — XII. 1973	180; 270	[24]
ОСТ	I. 1971 — VI. 1976	180; 90	[65]
ОСТ	VIII. 1971 — . . . . .	0; 90	[67]
ОСТ	VII. 1973 — II. 1975	0; 90	[69]
ОСТ	II. 1975 — XII. 1975	90; 0	[39]
ОСТ	VI. 1972 — V. 1976	180; 270	[26, 27]
РЛ	V. 1973 — . . . . .	19; 109	[68]
ОСТ	XI. 1974 — XI. 1978	0; 90	[31]

ческие наклономеры А. Е. Островского [79]; ГМПО — горизонтальные маятники Полтавской обсерватории [22].

усилия, предпринимавшиеся исследователями на пути к раскрытию природы всех основных косвенных эффектов земных приливов, а не только влияния морских приливов.

Вывод А. Я. Орлова о реальности существования местных приливных деформаций земной коры, возмущающих прилив, свойственный всей Земле, основан на конкретных результатах наблюдений, и в этом его преимущество перед приведенным выше заключением Швейдара. Правильность точки зрения А. Я. Орлова вскоре подтвердилась результатами других ученых. В 1940 г. Гнасс [92], сравнив результаты, полученные им на трех наклономерных станциях, пришел к выводу, что наблюдаемые значения  $\gamma$  могут сильно зависеть от регионального строения земной коры. В это же самое время Ламберт в результате сопоставления многих данных, полученных в различных районах земного шара, также обнаружил, что локальные геологические

Средние значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\varphi$  лунной полусуточной земноприливной волны  $M_2$ , полученные по данным наклонномерных наблюдений на Украине

Станция	Метод анализа	Составляющая С — Ю				Составляющая В — З				Исполнитель, литературный источник
		N	$\gamma_n$	$(\Delta\varphi)_n$	N	$\gamma_e$	$(\Delta\varphi)_e$	N		
Полтава I (Пр)	О	811	0.795	+4.00°	746	0.688	-2.00°	746	0.688	А. Я. Орлов [74]
	О	2925	0.724 ±0.021	+3.20 ±1.00	2857	0.667 ±0.015	-0.30 ±0.80	2857	0.667 ±0.015	З. Н. Аксентьева [1, 2]
Полтава I*	О	1230	0.728 ±0.015	-2.00 ±2.10	1232	0.660 ±0.022	-2.70 ±1.20	1232	0.660 ±0.022	З. Н. Аксентьева [4, 6]
Полтава I (КО)	М	2920	0.725 ±0.015	+1.07 ±1.17	2842	0.695 ±0.010	-0.37 ±0.87	2842	0.695 ±0.010	В. Г. Булаен [33, 34]
	М	286	0.660 ±0.021	+5.60 ±2.12	290	0.702 ±0.018	+0.50 ±2.34	290	0.702 ±0.018	П. С. Матвеев [53, 78, 80]
Шмаково	М	754	0.579 ±0.005	+7.10 ±0.55	684	0.701 ±0.006	-3.52 ±0.37	684	0.701 ±0.006	П. С. Матвеев [52, 64]
	М	474	0.517 ±0.007	-6.38 ±0.61	478	0.670 ±0.004	+2.14 ±0.37	478	0.670 ±0.004	П. С. Матвеев [64]
Ингулец II	М	170	0.735 ±0.014	-1.18 ±0.41	176	0.721 ±0.005	-0.72 ±0.75	176	0.721 ±0.005	П. С. Матвеев [64]
	М	300	0.420 ±0.028	-25.50 ±2.27	390	0.580 ±0.008	+13.28 ±0.85	390	0.580 ±0.008	Е. И. Евушенко [45]
Торез I*	М	616	0.377 ±0.007	-21.21 ±0.84	568	0.634 ±0.006	+11.83 ±0.37	568	0.634 ±0.006	Е. И. Евушенко [46]
	М	180	0.611 ±0.009	-8.25 ±0.79	180	0.586 ±0.006	-11.37 ±0.68	180	0.586 ±0.006	Е. И. Евушенко [47]
Симферополь (Пр)	О	366	0.777	-20.75	366	0.850	-11.20	366	0.850	З. Н. Аксентьева [10]
	М	510	0.762 ±0.021	-20.03 ±1.55	620	0.777 ±0.031	-9.32 ±1.93	620	0.777 ±0.031	О. В. Чупрунова [87]
Симферополь	М	458	0.682 ±0.007	-12.01 ±0.45	456	0.777 ±0.005	-7.08 ±0.37	456	0.777 ±0.005	П. С. Матвеев [70]

Калуш *	М	300	0.800 ±0.060	-15.69° ±2.24	240	0.582 ±0.022	-10.24° ±1.39	О. В. Чупрунова [88]
Дарьевка	М	360	0.633 ±0.011	-3.85 ±1.34	390	0.682 ±0.008	-6.89 ±0.68	П. С. Матвеев [63, 59]
Киев I	М	120	0.781 ±0.034	-8.00 ±2.50	150	0.711 ±0.034	-7.70 ±2.50	В. Г. Баленко [15, 16]
Киев II	М	180	0.601 ±0.021	0.00 ±2.38	120	0.650 ±0.036	-3.50 ±3.26	В. Г. Баленко [16]
Великие Будища	М	360	0.630 ±0.008	+1.58 ±0.93	380	0.700 ±0.008	-6.04 ±0.42	П. С. Матвеев [29, 59]
Великие Будища	М	360	0.648 ±0.007	-0.20 ±0.75	395	0.708 ±0.007	-5.04 ±0.37	И. Ю. Богдан [29, 59]
Шевченково	М	450	0.699 ±0.008	-0.60 ±1.00	450	0.712 ±0.007	-4.80 ±1.10	В. Г. Баленко [17]
Самогосвка	М	474	0.722 ±0.008	-1.29 ±0.57	487	0.719 ±0.009	-3.54 ±0.46	П. С. Матвеев [61]
Инкерман *	М	120	0.702 ±0.021	-0.10 ±4.10	120	0.639 ±0.040	-2.90 ±1.20	И. А. Дычко [43]
Карло-Либкнехтовск I	М	480	0.471 ±0.005	-1.38 ±0.47	570	0.675 ±0.004	0.00 ±0.52	В. Г. Баленко [19]
Карло-Либкнехтовск II	М	450	0.696 ±0.004	+2.70 ±0.25	450	0.717 ±0.004	-3.16 ±0.26	В. Г. Баленко [23]
Карло-Либкнехтовск III	В	330	0.667 ±0.008	-1.29 ±0.51	350	0.694 ±0.008	-0.19 ±0.44	В. Г. Баленко [25]
Карло-Либкнехтовск III	В	150	0.668 ±0.004	-3.21 ±0.23	130	0.712 ±0.008	+0.55 ±0.47	В. Г. Баленко [25]
Карло-Либкнехтовск IV	М	360	0.506 ±0.024	-2.90 ±2.40	360	0.680 ±0.014	-3.50 ±1.40	А. М. Кутный [50]
Карло-Либкнехтовск V	М	480	0.761 ±0.025	-3.40 ±1.70	420	0.744 ±0.013	-4.60 ±0.80	А. М. Кутный [50]
Лиховка	М	331	0.536 ±0.012	-4.77 ±1.02	319	0.712 ±0.011	-6.35 ±0.86	П. С. Митвеев [61]

Стация	Метод анализа	Составляющая С — Ю			Составляющая В — З			Исполнитель, литературный источник
		N	$\gamma_n$	$(\Delta\varphi)_n$	N	$\gamma_e$	$(\Delta\varphi)_e$	
Катериновка	М	330	0.685 ±0.009	-4.97 <sup>2</sup> ±1.15	360	0.709 ±0.006	-0.97° ±0.56	В. Г. Баленко [20]
Мураховка	М	686	0.671 ±0.005	-2.32 ±0.38	708	0.715 ±0.005	-3.54 ±0.33	П. С. Матвеев [66]
Покровская Багачка	В	634	0.682 ±0.008	-1.21 ±0.64	390	0.719 ±0.008	-4.80 ±0.75	В. Г. Баленко [24]
Судлевка	М	533	0.680 ±0.002	+0.57 ±0.30	569	0.716 ±0.002	-3.53 ±0.28	П. С. Матвеев [67]
Судлевка	М	538	0.678 ±0.002	+1.41 ±0.24	420	0.718 ±0.002	-3.94 ±0.20	П. С. Матвеев [67]
Христофоровка	М	523	0.770 ±0.005	-2.02 ±0.36	523	0.734 ±0.003	-5.99 ±0.25	П. С. Матвеев [69]
Христофоровка	М	300	0.779 ±0.006	-1.79 ±0.29	300	0.726 ±0.003	-5.07 ±0.45	В. Г. Голубицкий [39]
Березовая Рудка	В, М	730	0.712 ±0.005	-1.63 ±0.80	730	0.718 ±0.006	-4.21 ±0.52	В. Г. Баленко [26, 27]
Харцызск *	М	120	0.816 ±0.022	-5.62 ±1.17	150	0.673 ±0.011	-2.26 ±2.62	П. С. Матвеев [68]
Перегоновка	М	90	0.697 ±0.024	-5.61 ±0.84	165	0.713 ±0.007	-2.47 ±0.79	В. Г. Голубицкий [31]
Перегоновка (КО)	В	102	0.696 ±0.026	-14.74 ±1.49	114	0.737 ±0.021	-2.62 ±1.14	В. Г. Голубицкий [31]

Примечания. О — метод А. Я. Орлова [74]; М — метод П. С. Матвеева [55]; В — метод А. П. Венедикова [103]; Пр — предварительный результат; КО — контрольная обработка другим методом тех же наблюдательных данных; N — число проанализированных суток записи наклонов. Звездочкой отмечены результаты, не редуцированные к направлению С — Ю и В — З, т. е. соответствующие ближайшим к ним азимутам регистрации наклонов (табл. 1). По коллективным работам указаны только ответственные исполнители.

структуры могут оказывать большое влияние на наблюдаемый земной прилив [96]. В настоящее время правильность этого вывода вряд ли у кого-либо может вызвать сомнение.

А. Я. Орлов около 30 лет настойчиво занимался изучением земных приливов наклономерным методом. Те идеи и выводы, к которым он пришел в результате этого труда, составляют важную часть научного наследия, оставленного А. Я. Орловым продолжателям дела его жизни.

IV. В послевоенные годы научное руководство наклономерными исследованиями в Полтавской гравиметрической обсерватории постепенно переходит в руки З. Н. Аксентьевой, которая в 1950 г. заменила А. Я. Орлова и на посту директора обсерватории.

Из работ, выполненных в обсерватории с 1940 по 1960 г., в первую очередь следует отметить продолжение и завершение обработки одиннадцатилетнего ряда полтавских наклономерных наблюдений (1930—1941) с целью определения значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , характеризующих главную лунную полусуточную волну  $M_2$  в земном приливе на пункте «Полтава I». Эта работа выполнялась З. Н. Аксентьевой по способу Орлова [74]. Часть полученных ею результатов была опубликована еще в 1940 г. [1], а их полная сводка, подводящая итог всему этому уникальному по продолжительности ряду наблюдений, — в 1948 г. [2] и включена нами в сводную таблицу (табл. 2). Как видим, окончательные значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , по определениям З. Н. Аксентьевой, мало отличаются от полученных ранее А. Я. Орловым [74]. Вполне естественно, что и выводы, к которым пришла З. Н. Аксентьева, сопоставив свои результаты с результатами других наклономерных станций (к 1940 году их было 19 в различных частях земного шара), в основном повторили выводы, сделанные А. Я. Орловым в работе [74]. Основываясь на этих выводах, З. Н. Аксентьева выдвинула предложение о расширении сети наклономерных станций с целью получения надежных данных для выяснения причин местных возмущений земных приливов. З. Н. Аксентьева, в отличие от А. Я. Орлова, уже предполагала, что эти причины имеют геофизическую природу. Она отмечает, что разность  $\gamma_n - \gamma_e$  в различных местах «может быть больше или меньше нуля, а может и равняться нулю» [2, с. 134].

Следуя традиции А. Я. Орлова подвергать тщательной проверке полученный результат, прежде чем давать ему соответствующую интерпретацию, З. Н. Аксентьева проводит в 1948—1952 гг. второй ряд наклономерных наблюдений на пункте «Полтава I» при помощи другого комплекта горизонтальных маятников Репсольда — Левицкого с применением несколько измененной методики регистрации наклонов [4]. Окончательные результаты определения волны  $M_2$ , полученные по второму (контрольному) ряду наблюдений и по довоенному 11-летнему ряду [6], хорошо согласуются между собой (табл. 2). В эти же годы З. Н. Аксентьева выполнила еще одну важную работу — обработала все томские наклономерные наблюдения 1912—1920 гг. (состоящие из шести разрозненных серий) по единой методике, применив при этом, как и в прежних своих работах, способ Орлова [74]. Найденные ею (по волне  $M_2$ ) средние значения параметра  $\gamma$  ( $\gamma_n = 0.58$  и  $\gamma_e = 0.46$ ) отличались от значений  $\gamma$  для Томска, полученных ранее А. Я. Орловым по значительно меньшему числу наблюдений [74], всего лишь на 0,02, что находится в пределах ошибок определения.

Совпадение уточненного результата с предварительными в Томске и подтверждение контрольными определениями ранее найденных значений  $\gamma$  и  $\Delta\phi$  в Полтаве дали основание З. Н. Аксентьевой снова обратить внимание исследователей на актуальность дальнейшего расширения работ по исследованию приливных наклонов. Она, в частности, писала «...что значения  $\gamma$

в разных местах земного шара различны. Это явление имеет глубокие причины геофизического характера, которые до сих пор нельзя считать выясненными» [3, с. 6] и что необходимо «...приложить все усилия к тому, чтобы использовать разницей в значениях  $\gamma$  для целей геологии» [4, с. 115].

По тому, как постепенно уточнялись рекомендации, которыми З. Н. Аксентьева заканчивала обсуждение результатов своих работ, видно, что она уже готовилась к проведению в жизнь конкретных замыслов развития наклономерных исследований на Украине. На этом пути перед ней стояли большие трудности: отсутствие квалифицированных помощников, недостаточная обеспеченность обсерватории наблюдательной аппаратурой. Положение несколько изменилось к лучшему с 1953 г., когда в Полтавской гравиметрической обсерватории было разрешено открыть аспирантуру по специальности «геофизика».

Первым аспирантом З. Н. Аксентьевой довелось стать автору этих строк, который по ее рекомендации занялся обработкой трехлетнего цикла (1948—1950) наклономерных наблюдений П. Г. Семенова на сейсмической станции в г. Душанбе (Сталинабаде) [32]. Эта работа была выполнена к концу 1956 г. и вскоре опубликована [51]. Полученный по волне  $M_2$  результат ( $\gamma_n = 0.680$ ,  $\gamma_e = 0.500$ ) показал, что еще для одного ширококонтинентального пункта соотношения между  $\gamma_n$  и  $\gamma_e$ , противоположно тому, что наблюдалось в Западной Европе и хорошо согласуется с тем, что дали наблюдения в Томске и Полтаве. В качестве возможной причины аномальности и азимутального неравенства значений  $\gamma$  в Душанбе П. С. Матвеев назвал тогда «...влияние какой-либо особенности строения земной коры центральной части Азиатского континента» [51, с. 77].

Возможности расширения наклономерных исследований на Украине появились в связи с проведением Международного геофизического года и Международного года сотрудничества (1957—1959). Удалось, в частности, расширить механическую мастерскую обсерватории, в которой вскоре было изготовлено несколько комплектов горизонтальных маятников типа Репсольда — Левицкого. В группу обработки наблюдательных данных был привлечен специалист по программированию и эксплуатации ЭВМ.

С конца 1956 г. З. Н. Аксентьева приступила к осуществлению плана расширения сети наклономерных станций на территории Украины для изучения земных приливов. Этим планом [5, 9] предусматривалась организация наклономерных станций и проведение на них регулярных наблюдений в ряде районов Украины с различным геологическим строением (Донбасс, Криворожье, Карпаты, Крым и др.), в которых имеется много шахт и пещер, подходящих для установки наклономеров, благодаря отсутствию в них больших возмущающих влияний метеорологического происхождения.

Организация первой на Украине подземной наклономерной станции была поручена П. С. Матвееву, который после тщательных поисков остановил свой выбор на одной из шахт вблизи с. Шмаково (Криворожье), где на глубине 237 м ему удалось найти пустующую камеру нужных размеров в прочных кварцитовых породах. К осени 1957 г. оборудование станции «Шмаково» было завершено, а в октябре того же года на ней начались наблюдения [7, 52]. Отметим, что определенные здесь значения  $\gamma$  и  $\Delta\gamma$  расходились с теми, что были получены ранее в Полтаве. Это еще раз свидетельствовало об актуальности начатых работ по расширению сети наклономерных станций.

В 1958—1959 гг. на территории Полтавской обсерватории, в пункте «Полтава II», расположенном в 90 м к северу от пункта «Полтава I», А. Е. Островским, П. С. Матвеевым и другими были проведены наблюдения при помощи фотоэлектрических наклономеров А. Е. Островского [79] первого (экспериментального) выпуска для проверки этих приборов в пункте с хо-



рошо известными значениями параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , каким является Полтава. Работа выполнялась совместно с лабораторией наклонов земной коры Института физики Земли АН СССР и примечательна тем, что с нее берет начало многолетнее, продолжающееся и в настоящее время тесное сотрудничество между упомянутой лабораторией и Полтавской гравиметрической обсерваторией. Результаты этих наблюдений [78, 80] несколько отличаются от полученных А. Я. Орловым и З. Н. Аксентьевой на пункте «Полтава II» (табл. 1, 2).

Выше мы уже отмечали, что и А. Я. Орлов, и З. Н. Аксентьева в своих работах по исследованию приливных наклонов земной поверхности уделяли много внимания методам анализа наблюдений, а также исследованию аппаратуры. Такой же подход характерен и для нового поколения исследователей, работающих в Полтавской обсерватории. В. Г. Баленко выполнил важные исследования систематических ошибок, вносимых различными методами гармонического анализа в получаемые результаты, после чего провел большую работу по сравнению получивших широкое распространение методов, рассчитанных на обработку месячной серии наблюдений [13, 14]. П. С. Матвеев разработал новый метод гармонического анализа, рассчитанный на обработку 30-суточной серии земноприливных наблюдений [55]. В этом методе нашли воплощение некоторые наиболее эффективные приемы классических методов гармонического анализа, в том числе и метода А. Я. Орлова [74]. В настоящее время в области совершенствования методики обработки земноприливных наблюдений плодотворно работает Б. С. Дубик [41, 42].

В изучении инструментальных ошибок наклономеров и, в частности ошибок их эталонирования, важные результаты получены В. Г. Голубицким, А. М. Кутным, В. Г. Баленко, П. С. Матвеевым и др. [35—38, 48, 60]. В. Г. Баленко, В. А. Овчинников и другие разработали новый горизонтальный маятник с подвесом цельнеровского типа [22], превосходящий по некоторым показателям однотипный маятник Репсольда — Левицкого [75]. На базе фотоэлектрического накломера Островского В. П. Шляховый разработал наклономерную установку автокомпенсационного типа [81, 82, 89], что открывает путь к автоматизации наклономерных наблюдений.

Как видим, работы по исследованию и разработке наклономерной аппаратуры и методов обработки наблюдений, начатые в Полтавской гравиметрической обсерватории во время МГГ—МГС, стали в дальнейшем неотъемлемой частью ее тематики, что безусловно способствовало повышению точности наблюдений, а следовательно и надежности получаемых результатов.

Второй подземной наклономерной станцией на Украине стала станция «Торез I», организованная Е. И. Евтушенко в мае 1960 г. в одной из угольных шахт Донбасса [44—46]. В июле того же года П. С. Матвеевым была организована еще одна подземная станция — в г. Ингульце, расположенном в южной части Криворожского бассейна [64]. К сожалению, первое место установки наклономеров здесь оказалось неудачным (из-за сильного влияния горного давления). В связи с затянувшимися поисками более устойчивого места наблюдения на этом пункте были начаты только в августе 1961 г. (см. табл. 1).

В последующие годы было создано еще несколько подземных наклономерных станций в разных местах Украины. В 1963 г. О. В. Чупрунова при непосредственном участии З. Н. Аксентьевой организовала и провела трехлетний ряд наблюдений в одной из штолен на окраине г. Симферополя [10, 87]. В конце этого же года она начала регулярные наблюдения на организованной А. Г. Григоренко еще в 1962 г. подземной станции «Калуш» в Прикарпатье [11, 88]. Осенью 1963 г. Е. И. Евтушенко для выяснения

причин большой аномальности результатов, полученных на пункте «Торез I» (табл. 2), организовала в четырех километрах второй наклономерный пункт на этой станции («Торез II») и провела на нем ряд контрольных (параллельных) наблюдений [74]. В 1964—1966 гг. В. Г. Баленко и А. М. Кутный провели наклономерные наблюдения в Киеве, в двух близко расположенных один к другому пунктах «Киев I» и «Киев II», оборудованных в пещерах Киево-Печерской лавры [15, 16]. В отличие от перечисленных выше подземных наклономерных станций, где наблюдения выполнялись при помощи горизонтальных маятников Репсольда — Левицкого, в Киеве использовались уже фотоэлектрические наклонометры А. Е. Островского [79], несколько комплектов которых было приобретено в 1963 г. у Института физики Земли АН УССР. В ноябре 1966 г. И. А. Дычко, З. Н. Аксентьева и другие организовали наклономерную станцию в глубокой штольне под Инкерманом (в Крыму) [12, 43].

Станция «Инкерман» была последней из украинских наклономерных станций, организованных под руководством З. Н. Аксентьевой [5, 9]. Всего же за десятилетие (1957—1967) ее группе удалось определить значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$  в девяти пунктах Украины. Таким образом, вместе с опорной станцией «Полтава I» к концу 1960-х годов в распоряжении З. Н. Аксентьевой было 10 пунктов с известными значениями земноприливных параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$  (Полтава I, Шмаково, Торез I, Ингулец, Симферополь, Торез II, Калуш, Киев I, Киев II, Инкерман), полученных в идеальных, по ее понятиям, условиях — в шахтах, штольнях, пещерах, — расположенных в различных геологических формациях. Именно к таким результатам она стремилась в течение двух десятилетий и надеялась, что с их получением «...вопрос о влиянии геологических условий на величину земного прилива будет решен» [5, с. 51]. Действительность, однако, оказалась намного сложнее, чем ожидалось. Если обратиться к значениям  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , полученным на перечисленных станциях (табл. 2), то сразу же бросается в глаза их большой разброс: значения  $\gamma$  изменяются от 0.38 (Торез I) до 0.85 (Симферополь).

Пока еще не удалось и будет непросто дать бесспорное объяснение значительных аномалий в полученных результатах. Самой З. Н. Аксентьевой не довелось сделать обобщения этих результатов и дать им соответствующую интерпретацию. Внезапная смерть, наступившая 8 апреля 1969 г., прервала эту большую работу, которой З. Н. Аксентьева отдала два последних десятилетия своей творческой жизни. Долгом и делом чести ее учеников должно стать завершение в программе исследований земных приливов того, что она не успела завершить сама.

V. Описанная выше программа работ З. Н. Аксентьевой была, конечно, не единственной в наклономерных исследованиях Полтавской обсерватории, объем которых расширился в начале 1960-х годов.

В 1960 г. П. С. Матвеев, сопоставив предварительные результаты, полученные им в пунктах «Полтава II» и «Шмаково», и подметив в них систематическое увеличение азимутального неравенства значений  $\gamma$  по мере перемещения от Полтавы на юг, высказал предположение, что обнаруженные на этих пунктах аномалии наклонов обусловлены зонами глубинных разломов земной коры северной части Трансазиатско-Средиземноморского сейсмотектонического пояса [52, 53]. Отсюда вытекало предложение размещать в дальнейшем наклономерные станции на Украине по профилю, перпендикулярному упомянутому поясу альпийской складчатости. Так, в 1961 г. сформировалась программа изучения влияния зон разломов земной коры (как региональных, так и локальных) по профилю Сумы — Херсон. О возможности привлечения данных об аномалиях наклонов для изучения особенностей строения земной коры думал Ламберт еще в 1940 г. [96].

До начала 60-х годов нашего столетия наблюдения наклонов по региональным профилям не проводились ни в нашей стране, ни за границей. Поэтому сама идея таких наблюдений и ее осуществление, начатое в 1961 г., было, безусловно, оригинальными и стали важным этапом в развитии методики проведения наклономерных наблюдений.

В число станций профиля Сумы — Херсон вошли «Шмаково», «Полтава II» и «Ингулец I», где наблюдения велись еще в 1957—1960 гг. Эти три пункта, собственно, и определили субмеридиональное направление профиля, который пересекает, почти вкрест простирания, такие важные геотектонические структуры территории Украины, как Украинский кристаллический щит и Днепровско-Донецкая впадина.

Первые работы на этом профиле вели П. С. Матвеев и И. Ю. Богдан. К середине 1964 г. они завершили наблюдения на станции «Ингулец» и в течение 1964—1967 гг. организовали еще четыре станции — «Дарьевку» [28, 63], «Великие Будища» [57, 29], «Самотоевку» и «Лиховку» [58, 61]. С 1969 г. в группу наблюдателей вошли В. Г. Голубицкий и Б. С. Дубик. В последующие годы на профиле Сумы — Херсон были организованы наклономерные станции — «Мураховка» [62, 66], «Судиевка» [65, 67], «Христофоровка» [69, 39] и «Перегоновка» [31]. Всего же на этом профиле имеется 12 пунктов, для которых получены достаточно надежные значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$  (см. табл. 1, 2).

После того, как стали известны обнадеживающие результаты наблюдений на первых станциях профиля Сумы — Херсон [52—54, 28], В. Г. Баленко и А. М. Кутный, отметив «...необходимость расширения работ, начатых П. С. Матвеевым» [15, с. 15], предложили свой план организации новых земноприливных наклономерных станций по профилю Киев — Артемовск, пересекающему юго-восточную и центральную части Днепровско-Донецкой впадины в субширотном направлении [15, 21]. Первое (базисное) звено этого профиля определили станции «Киев» [15], где наблюдения были начаты в конце 1964 г., и «Шевченко», организованная летом 1966 г. [17].

Третьим пунктом профиля Киев — Артемовск стала подземная наклономерная станция «Карло-Либкнехтовск I», организованная В. Г. Баленко и А. М. Кутным в начале 1967 г. в одной из соляных шахт на севере Донбасса [19]. В последующие годы на этом профиле были организованы станции «Катериновка» [18, 20], «Покровская Багачка» [24] и «Березовая Рудка» [26, 27].

Весьма примечательной на профиле Киев — Артемовск оказалась станция «Карло-Либкнехтовск I». После получения на ней первых результатов В. Г. Баленко и А. М. Кутный решили организовать недалеко от нее еще два пункта — «Карло-Либкнехтовск II» [23] и «Карло-Либкнехтовск III» [25] с целью использования получаемых на всех трех пунктах наблюдательных данных не только для определения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , но и для изучения возмущающего влияния шахтных выработок, получившего название *эффекта полости* [95, 90, 93]. Результаты этих наблюдений имеют важное значение для проверки теоретических оценок эффекта полости. Теорией этого эффекта занимался ряд исследователей, в том числе Л. Е. Хасилев [86] в Полтавской обсерватории.

Из других работ последних лет, проведенных с целью уточнения старых или получения новых результатов, наиболее важными являются следующие:

1) контрольная обработка одиннадцатилетнего (1930—1941) ряда полтавских наклономерных наблюдений, выполненная В. Г. Булаценом [33, 34] по методу Матвеева [55], с предварительным критическим пересмотром всего материала наблюдений и разбивкой его на месячные серии. Эта работа

представляет большой интерес в связи с обнаруженным расхождением между результатами, полученными на пунктах «Полтава I» и «Полтава II», которое, как видно из табл. 2, после контрольной обработки значительно сократилось;

2) организация П. С. Матвеевым и Е. И. Евтушенко новой наклономерной станции «Харцызск» в одной из угольных шахт Донбасса, проведение на ней регулярных наблюдений и получение по ним предварительных значений параметров  $\gamma$  и  $\Delta\varphi$  [68];

3) проведение П. С. Матвеевым и Е. Н. Евтушенко контрольных наблюдений на наклономерной станции «Симферополь». В результате анализа новых наблюдательных данных удалось существенно уточнить значения земноприливных параметров, полученных ранее (1963—1966) для этого пункта [70];

4) организация А. М. Кутным двух новых наклономерных пунктов — «Карло-Либкнехтовск IV» и «Карло-Либкнехтовск V» и получение для них по первым наблюдательным данным предварительных значений параметров  $\gamma$  и  $\Delta\varphi$  [50].

Работы Полтавской обсерватории по исследованию приливных наклонов земной поверхности, описанные выше, важны не только для вывода наиболее достоверных глобальных значений параметров  $\gamma$  и  $\Delta\varphi$  волны  $M_2$  и изучения некоторых особенностей строения земной коры. Ценность их еще и в том, что они позволили определить для многих пунктов Украины значения параметров основных суточных земноприливных волн ( $O_1$ ,  $K_1$  и др.), играющих важную роль в современной теории приливов при оценке достоверности различных моделей строения Земли. Однако эти вопросы находятся вне плана настоящего очерка.

Полного обобщения результатов, полученных на профилях Сумы — Херсон и Киев — Артемовск, еще не сделано. Тем не менее уже получены определенные указания на эффективность и перспективность методики, применяемой Полтавской обсерваторией. Понятно поэтому, что на седьмом Международном симпозиуме по земным приливам (г. Шопрон, ВНР, 1973), куда были представлены доклады, содержащие первые результаты работ по профилям Сумы — Херсон [99] и Киев — Артемовск [91], идея проведения наклономерных исследований по региональным профилям была одобрена и рекомендована для освоения в других странах.

Отметим некоторые частичные результаты наблюдений по региональным профилям.

### Профиль Сумы — Херсон:

1) разработка конструкции специального наклономерного шурфа небольшой глубины (8—14 м) для установки наклономеров. Первый такой шурф был построен в 1964 г. на станции «Дарьевка» [28]. В дальнейшем конструкция шурфа совершенствовалась и в том виде, в каком мы ее можем рекомендовать как наиболее приемлемую, описана в работах [65, 99].

2) оценка фона температурных влияний на наблюдаемые в шурфах приливные наклоны [30] и предварительное определение наиболее вероятных значений параметров  $\gamma$  и  $\Delta\varphi$  для центральной части Украины, перекрываемой профилем Сумы — Херсон [40].

В связи с обнаружением в 1970-х годах новых возмущающих влияний (эффектов полости и рельефа [95, 90, 93]) возникла необходимость в дополнительных исследованиях. Нужно также уточнить представление о возможном механизме влияния разлома на наблюдаемые в его окрестности (на бортах) приливные наклоны. В наших первых представлениях об этом механизме [54, 57] мы исходили только из предполагаемого аномального «раскрытия» разлома и соответствующего приподнятия его бортов, когда происходит рас-

тажение поверхностного слоя земной коры и его наибольший подъем под влиянием приливообразующих сил.

Е. П. Федоров обратил внимание на возможность существования еще одного эффекта частичного выжимания прослойки рыхлых пород из заполняемого ими пространства между двумя блоками твердой горной породы [84, 85]. Такое поведение осадочных пород, находящихся в разломе, на стадии их сжатия приливными силами вполне возможно. Скорее всего в действительности будет иметь место сочетание обоих названных эффектов, т. е. аномального «раскрытия» разлома (сопровождаемого соответствующим приподнятием его бортов) и частичного (аномального) выпучивания слоя осадочных пород, заполняющих зону разлома.

### Профиль Киев — Артемовск:

1) на девяти пунктах этого профиля получены значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , пригодные как для вывода их наиболее достоверных глобальных значений, так и для исследования косвенных эффектов полости и рельефа;

2) выполнен цикл исследований систематических ошибок наклономеров и, в частности, ошибок их эталонирования, позволивший значительно повысить точность наблюдений;

3) в результате анализа данных наблюдений, полученных на шести станциях профиля, определены средние значения параметров  $\gamma$  и  $\Delta\phi$ , характеризующие приливные деформации земной поверхности в пределах перекрываемого профилем региона [49];

4) установлено, что в местах, где фундамент перекрыт мощными толщами осадочных пород, влияние разломов не обнаруживается даже на близких расстояниях [21, с. 8].

Хотя этот вывод основан на результатах, полученных главным образом вблизи унаследованных разрывных нарушений фундамента Днепровско-Донецкой впадины, он будет отчасти верен и для эффектов, обусловленных более молодыми коровыми или мантийными разломами, перекрытыми мощным чехлом осадочных пород. Только в последнем случае следует уже говорить не просто о неощутимости влияний разломов на деформации поверхности осадочного чехла, а об определенном уменьшении вполне ощутимых влияний разломов, об экранировании этих влияний осадочным чехлом. При этом степень такого уменьшения в каждом отдельном случае будет зависеть как от мощности слоя осадочных пород, так и от размеров разлома. В целом же это заключение подтверждает правильность некоторых наших представлений о механизме влияния перекрытого толщей осадочных пород разлома на наблюдаемый вблизи него приливный наклон [57, с. 84].

Мы описали лишь основные работы коллектива Полтавской гравиметрической обсерватории в области изучения приливных наклонов земной поверхности за последние три десятилетия. При этом на конкретных примерах было показано влияние идей А. Я. Орлова на направленность и научный уровень этих работ. Но сами по себе идеи, какими бы хорошими и конструктивными они ни были, не всегда, как известно, находят должное развитие и продолжение в науке. Для этого необходимы благоприятные общественные условия, которые способствовали бы воплощению в жизнь этих идей. Чтобы показать, что в нашем случае дело обстояло именно так, стоит еще раз вернуться в 1910-е годы, когда А. Я. Орлов тщетно пытался в условиях дореволюционной России обеспечить продолжение и расширение начатых им работ по исследованию приливных наклонов. Его настойчивые многократные попытки в этом направлении каждый раз наталкивались на стену черствости и безразличия царской администрации к нуждам отечест-

венной науки. С горечью и возмущением писал он в 1915 г.: «Русская наука не имеет, вообще говоря, ни преемственности, ни традиций. Важные научные предприятия гибнут у нас вместе с их инициатором, они забываются, а если и получают свое дальнейшее развитие, то уже за границей» [77, с. 131].

Общая суровая оценка отношения к научным традициям и начинаниям, содержащаяся в приведенных словах А. Я. Орлова, относится и к тем крайне неблагоприятным условиям, в которых ему приходилось работать в дореволюционный период его научной деятельности.

Через два десятилетия, уже в иных, более благоприятных условиях для развития науки, созданных советским строем, А. Я. Орлов в одной из своих обзорных работ мог с удовлетворением отметить, что работы по изучению земных приливов «...действительно получили в СССР широкое развитие» [73, с. 407].

Если А. Я. Орлов в дореволюционное время вынужден был работать по существу в одиночку, без учеников, то теперь только в Полтавской гравиметрической обсерватории исследованиями приливных наклонов занимается достаточно представительная группа исследователей. За три последних десятилетия этой группе удалось организовать 30 новых наклономерных станций и получить на них ценные научные результаты (см. табл. 1,2).

Достижения Полтавской гравиметрической обсерватории выдвинули ее в число ведущих центров нашей страны по изучению земных приливов. Ее деятельность в этой области геофизики пользуется признанием за границей и высоко оценивается Международным центром по изучению земных приливов, возглавляемым известным бельгийским геофизиком П. Мельхиором (г. Брюссель, Бельгия). Все наиболее важные работы ученых Полтавской гравиметрической обсерватории в области изучения земных приливов регулярно переводятся упомянутым центром на французский язык и публикуются в издаваемом им Информационном бюллетене, который широко распространяется среди специалистов всего мира. К исследованиям в этой области геодинамики присоединились и другие научные учреждения нашей страны.

Таким образом, мы можем констатировать, что те ценные научные идеи А. Я. Орлова, которые дали начало новому направлению в отечественной геодинамике, продолжают оказывать благотворное влияние на дальнейшее развитие работ по изучению земных приливов.

1. Аксентьева З. Н. Результаты наблюдений земных приливов  $M_2$  с горизонтальными маятниками в Полтаве.— Изв. АН СССР. Сер. геофиз. и геогр., 1940, № 4, с. 563—567.
2. Аксентьева З. Н. Результаты одиннадцатилетнего ряда наблюдений (с 1930 по 1941 год) над колебаниями отвеса в Полтаве.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1948, 2, с. 121—138.
3. Аксентьева З. Н. Окончательные результаты определения волны  $M_2$  в колебаниях отвеса в Томске с 1912 по 1920 г.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1951, 4, с. 3—87.
4. Аксентьева З. Н. О наклономерных работах в Полтаве с 1948 по 1952 г.— В кн.: Тр. Третьей Всесоюз. широтной конф. Киев: Изд-во АН УССР, 1954, с. 113—118.
5. Аксентьева З. М. Полтавська гравіметрична обсерваторія Академії Наук УРСР.— Вісн. АН УРСР, 1957, № 11, с. 42—51.
6. Аксентьева З. М. Порівняльні результати визначення приливної хвилі  $M_2$  з двох довгочасних циклів спостережень коливань диска у Полтаві (1930—1941 і 1948—1952 рр.).— Доп. АН УРСР, 1958, № 9, с. 933—936.
7. Аксентьева З. М., Матвеев П. С. Нахиломірні спостереження у Кривому Розі.— Вісн. АН УРСР, 1959, № 1, с. 24—29.
8. Аксентьева З. Н. Очерк жизни и творчества Александра Яковлевича Орлова.— В кн.: Орлов А. Я. Избр. тр. Киев: Изд-во АН УССР, 1961, т. 1, с. 7—37.
9. Аксентьева З. Н. О работе Полтавской гравиметрической обсерватории за время между IV и V всеукраинскими совещаниями по обсуждению результатов МГГ — МГС.— Геофизика и астрономия, 1963, № 5, с. 11—16.

10. *Аксентьева З. Н., Чупрунова О. В.* Предварительные результаты наблюдений над приливными наклонами на Крымском полигоне (Симферополь).— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 3—8.
11. *Аксентьева З. Н., Чупрунова О. В.* Первые результаты наклономерных наблюдений в предкарпатском краевом прогибе.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 280—283.
12. *Аксентьева З. Н., Дычко И. А., Корба П. С., Чан Ван Ньяк.* Предварительные результаты наклономерных наблюдений в Инкермане.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 300—303.
13. *Баленко В. Г., Захарченко С. Н.* Некоторые вопросы сравнения методов гармонического анализа земных приливов.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1961, 10, с. 20—37.
14. *Баленко В. Г.* Сравнительная оценка качества очищения определяемых волн от влияния возмущающих волн в комбинационных методах гармонического анализа земных приливов.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1962, 11, с. 64—73.
15. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Предварительные результаты наклономерных наблюдений на станции Киевский Лавро-Печерский заповедник.— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 14—22.
16. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Результаты наклономерных наблюдений в «Киево-Печерской лавре» в 1964—1966 гг.— В кн.: Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 249—264.
17. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Наклономерные наблюдения на станции «Шевченково» Карловского района Полтавской области.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 2, с. 41—57.
18. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Предварительные результаты наблюдений приливных наклонов на станции «Катериновка» Харьковской области.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1971, вып. 3, с. 60—63.
19. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н., Александров И. М.* Наклономерные наблюдения в шахте № 1 рудоуправления «Артемсоль».— Вращение и прилив. деформации Земли, 1972, вып. 4, с. 20—44.
20. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Результаты наблюдений приливных наклонов на станции «Катериновка».— Вращение и прилив. деформации Земли, 1972, вып. 4, с. 65—75.
21. *Баленко В. Г., Кутный А. М.* Некоторые результаты наклономерных наблюдений по профилю Киев — Полтава — Артемовск.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 3—10.
22. *Баленко В. Г., Овчинников В. А., Кутный А. М., Глубицкий В. Г.* Горизонтальный маятник с цельнеровским подвесом на металлических нитях.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1974, вып. 6, с. 3—15.
23. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н., Александров И. М.* Наклономерные наблюдения в шахте № 1 рудоуправления «Артемсоль» (камера 2).— Вращение и прилив. деформации Земли, 1974, вып. 6, с. 36—42.
24. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Результаты наблюдений приливных наклонов на станции «Покровская Багачка».— Вращение и прилив. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 15—21.
25. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н., Голубицкий В. Г.* Наклономерные наблюдения в шахте № 1 рудоуправления «Артемсоль» (камера 3).— Вращение и прилив. деформации Земли, 1976, вып. 8, с. 26—32.
26. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н., Багмет А. Л.* Предварительные результаты наклономерных наблюдений в Березовой Рудке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1976, вып. 8, с. 35—38.
27. *Баленко В. Г., Кутный А. М., Новикова А. Н.* Результаты наклономерных наблюдений на ст. Березовая Рудка.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1978, вып. 10, с. 14—22.
28. *Богдан И. Ю., Матвеев П. С.* Предварительные результаты наклономерных наблюдений в Дарьевке.— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 9—13.
29. *Богдан И. Ю., Лысенко Г. М., Матвеев П. С.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений в Великих Будишах.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 264—279.
30. *Богдан И. Ю.* Исследование приливных деформаций земной поверхности по данным наклономерных наблюдений в шурфах на профиле Сумы — Херсон за 1964—1973 гг.: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — М., 1974.— 23 с.
31. *Богдан И. Ю., Голубицкий В. Г., Матвеев П. С.* Наклономерные наблюдения на ст. «Перегоновка».— Вращение и прилив. деформации Земли, 1977, вып. 9, с. 12—16.
32. *Бончковский В. Ф.* К методике измерения наклонов земной поверхности.— Тр. Геофиз. ин-та АН СССР, 1949, № 5, с. 49—50.

33. Булацен В. Г., Токарь В. И. Анализ одиннадцатилетнего (1930—1941 гг.) ряда наблюдений приливных наклонов в Полтаве.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 33—46.
34. Булацен В. Г., Богдан И. Ю. О влиянии суточной метеорологической волны  $S_1$  на результаты гармонического анализа 11-летнего (1930—1941 гг.) ряда наклономерных наблюдений в Полтаве.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1978, вып. 10, с. 48—51.
35. Голубицкий В. Г., Евтушенко Е. И. Исследование зависимости период — амплитуда, свойственной горизонтальным маятникам Репсольда — Левицкого.— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 138—149.
36. Голубицкий В. Г. Сравнение динамического и статистического методов эталонирования горизонтальных маятников с цельнеровским подвесом.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 2, с. 108—119.
37. Голубицкий В. Г., Кутный А. М. Исследование калибровочной платформы Полтавской обсерватории.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 69—73.
38. Голубицкий В. Г., Кутный А. М., Баленко В. Г. и др. Эталонирование фотоэлектрических наклономеров в Полтавской гравиметрической обсерватории.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 55—58.
39. Голубицкий В. Г., Матвеев П. С., Богдан И. Ю., Славинская Е. А. Результаты наклономерных наблюдений в Христофоровке.— Вращение и приливные деформации Земли, 1977, вып. 9, с. 3—12.
40. Голубицкий В. Г. Определение земноприливного параметра  $\gamma$  в центральной части Украины и некоторые вопросы эталонирования наклономеров : Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Полтава, 1977. — 19 с.
41. Дубик Б. С. Оценка средней квадратической ошибки одной ординаты анализируемой приливной кривой и осреднение результатов гармонического анализа.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 62—66.
42. Дубик Б. С. Анализ месячной серии приливных наблюдений.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1978, вып. 10, с. 34—39.
43. Дычко И. А., Токарь В. И. Наклоны земной поверхности в Инкермане.— Вращение и приливы. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 30—31.
44. Евтушенко Е. И. Результаты наклономерных наблюдений в Донбассе за 1960 г.— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 23—26.
45. Евтушенко Е. И. О результатах наклономерных наблюдений в Донбассе за 1960—1962 гг.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 2, с. 57—65.
46. Евтушенко Е. И. Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений в Донбассе за 1962—1966 гг.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1971, вып. 3, с. 52—60.
47. Евтушенко Е. И. Результаты наклономерных наблюдений в Донбассе на пункте «Торез-II».— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 25—33.
48. Кутный А. М., Багмет А. Л. Эталонирование наклономеров с фотоэлектрическим увеличением на малых углах наклона.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 50—55.
49. Кутный А. М. Повышение точности измерения приливных наклонов и анализ наклономерных наблюдений в районе Днепровско-Донецкой впадины за 1964—1973 гг. : Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Полтава, 1974. — 17 с.
50. Кутный А. М. Наклономерные наблюдения в обвалоопасной зоне.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1979, вып. 11.
51. Матвеев П. С. Определение земных приливов по наклономерным наблюдениям в Сталинобаде за 1948—1950 гг.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1958, 7, с. 26—89.
52. Матвеев П. С. Предварительные результаты наблюдений приливных наклонов земной поверхности в Шмакове.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории, 1961, 10, с. 3—13.
53. Матвеев П. С. Аномалии приливных наклонов земной поверхности в Полтаве и Шмакове по данным наблюдений за 1958—1959 гг.— Геофизика и астрономия, 1963, № 5, с. 25—32.
54. Матвеев П. С. Аномалии приливных наклонов земной поверхности в Полтаве, Шмакове и Ингульце.— В кн.: Динамика земной коры. М. : Наука, 1965, с. 115—123.
55. Матвеев П. С. Гармонический анализ месячной серии наблюдений земных приливов.— В кн.: Земные приливы. Киев : Наук. думка, 1966, с. 51—79.
56. Матвеев П. С., Богдан И. Ю., Лысенко Г. М. Наклономерные наблюдения в Великих Будищах.— Геофизика и астрономия, 1967, № 11, с. 197—202.
57. Матвеев П. С. О возможности использования результатов наклономерных наблюдений для исследования особенностей строения земной коры.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 72—86.
58. Матвеев П. С., Богдан И. Ю. Предварительные результаты наклономерных наблюдений в Лиховке и Самотоевке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 303—313.



59. *Матвеев П. С., Богдан И. Ю.* Наблюдения наклонов земной поверхности на пунктах профиля Сумы — Херсон в 1964—1967 гг.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 2, с. 8—17.
60. *Матвеев П. С., Голубицкий В. Г.* Об определении постоянной горизонтального маятника с цельнеровским подвесом по способу Голицына — Орлова.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 2, с. 92—108.
61. *Матвеев П. С., Богдан И. Ю., Дубик Б. С., Славинский Е. А.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений в Самотоевке и Лиховке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1971, вып. 3, с. 39—52.
62. *Матвеев П. С., Голубицкий В. Г., Дубик Б. С.* Наклономерные наблюдения в Мураховке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1971, вып. 3, с. 64—68.
63. *Матвеев П. С., Богдан И. Ю.* Результаты наклономерных наблюдений в Дарьевке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1972, вып. 4, с. 44—54.
64. *Матвеев П. С.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений в Шмакове и Ингульце.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1972, вып. 4, с. 105—170.
65. *Матвеев П. С., Островский А. Е., Голубицкий В. Г. и др.* Наклономерные наблюдения в Судиевке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1973, вып. 5, с. 11—16.
66. *Матвеев П. С., Голубицкий В. Г., Дубик Б. С., Славинская Е. А.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений в Мураховке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1974, вып. 6, с. 28—36.
67. *Матвеев П. С., Островский А. Е., Голубицкий В. Г. и др.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений на станции «Судиевка» за 1971—1973 гг.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 3—9.
68. *Матвеев П. С., Евтушенко Е. И., Верёда В. С.* Наклономерные наблюдения в районе г. Харцызска.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1976, вып. 8, с. 23—25.
69. *Матвеев П. С., Голубицкий В. Г., Богдан И. Ю., Славинская Е. А.* Наклономерные наблюдения в Христофоровке.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1976, вып. 8, с. 33—35.
70. *Матвеев П. С., Евтушенко Е. И., Пустовитенко Б. Г., Дубик Б. С.* Определение параметров важнейших земноприливных волн в наклонах земной поверхности на пункте «Симферополь» по данным наблюдений за 1974—1977 гг.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1979, вып. 11.
71. *Медунин А. Е.* Развитие гравиметрии в России.— М.: Наука, 1967.— 223 с.
72. *Мельхиор П.* Земные приливы.— М.: Мир, 1968.— 482 с.
73. *Орлов А. Я.* Работы в СССР по вопросу о земных приливах.— Астрон. журн., 1936, 13, № 5, с. 407—411.
74. *Орлов А. Я.* О деформациях Земли по наблюдениям в Томске и Полтаве с горизонтальными маятниками.— Изв. АН СССР. Сер. геофиз. и геогр., 1939, № 1, с. 3—29.
75. *Орлов А. Я.* Первый ряд наблюдений с горизонтальными маятниками в Юрьеве над деформациями Земли под влиянием лунного притяжения.— Избр. тр. Киев: Изд-во АН УССР, 1961, т. 2, с. 156—215.
76. *Орлов А. Я.* Определение твердости Земли по наблюдениям, произведенным в Париже с горизонтальными маятниками.— Киев: Изд-во АН УССР, 1961, т. 2, с. 225—226.
77. *Орлов А. Я.* Результаты Юрьевских, Томских и Потсдамских наблюдений над лунно-солнечными деформациями Земли.— Избр. тр. Киев: Изд-во АН УССР, 1961, т. 3, с. 13—132.
78. *Островский А. Е., Матвеев П. С., Фандюшина С. М.* Наблюдения приливных наклонов Земли в Полтаве в 1958 г.— Гравиметр. исслед., 1960, № 1, с. 53—56.
79. *Островский А. Е.* Наклономер с фотоэлектрической регистрацией.— Изуч. земн. приливов, 1961, № 2, с. 41—75.
80. *Островский А. Е., Матвеев П. С., Лондарь В. Н.* Приливные наклоны земной поверхности в Полтаве по наблюдениям в 1958—1959 гг.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1961, 10, с. 14—19.
81. *Островский А. Е., Матвеев П. С., Шляховый В. П.* О возможности использования фотоэлектрического наклономера в режиме автокомпенсации нулевого отсчета.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1975, вып. 7, с. 42—49.
82. *Островский А. Е., Шляховый В. П., Матвеев П. С.* Об эффективности применения отрицательной обратной связи для стабилизации чувствительности фотоэлектрического наклономера.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1977, вып. 9, с. 44—50.
83. *Федоров Е. П.* Об учете влияния морских приливов при изучении лунно-солнечных изменений силы тяжести.— Тр. Полтав. гравиметр. обсерватории АН УССР, 1951, 4, с. 88—102.
84. *Федоров Е. П.* Про роль астрономії у вивченні внутрішньої будови Землі.— Вісн. АН УРСР, 1951, № 9, с. 44—52.
85. *Федоров Е. П.* Изучение внутреннего строения Земли методами астрономии и гравиметрии.— В кн.: Тр. Третьей Всесоюз. широт. конф. Киев: Изд-во АН УССР, 1954, с. 36—47.

86. *Хасилев Л. Е.* Эффект полости в штольнях некоторых сечений.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1978, вып. 10, с. 22—30.
87. *Чупрунова О. В.* Результаты наклономерных наблюдений в Симферополе.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1970, вып. 1, с. 318—336.
88. *Чупрунова О. В.* Результаты гармонического анализа наклономерных наблюдений 1964—1966 гг. на станции «Калуш» Ивано-Франковской области.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1972, вып. 4, с. 170—178.
89. *Шляховый В. П.* Анализ структурных схем фотоэлектрических наклономеров с отрицательной обратной связью.— Вращение и прилив. деформации Земли, 1978, вып. 10, с. 58—63.
90. *Backer T. F., Lennon G. W.* Tidal tilt anomalies.— *Nature*, 1973, **243**, N 1, p. 75—76.
91. *Balenko V. G., Koutrny A. M.* Determination de l'onde  $M_2$  d'après les observations des inclusions de marés, le long du profil Kiev — Poltava — Artemovsk.— In: Proc. Seventh Int. Symp. Earth Tides. Budapest: Acad. Kiadó, 1976, p. 633—640.
92. *Gnass G.* Bestimmung gezeitlicher Änderungen des Schwerevestors hinsichtlich der Tide  $M_2$  aus gleichzeitlichen Horizontalpendelbeobachtungen in Pilnitz, Berchtesgaden und Beuthen.— *Z. Geophys.*, 1940, H. 1/2, S. 1—16.
93. *Harrison J. C.* Cavity and topographic effects in tilt and strain measurement.— *J. Geophys. Res.*, 1976, **2**, p. 319—328.
94. *Hecker O.* Beobachtungen und Horizontalpendeln über die Deformation des Erdkörpers unter dem Einfluss von Sonne und Mond.— *Veröffentl. Königl. Preuss. Geodät. Inst. Neue Folge*, 1911, N 49, S. 1—91.
95. *King G. C. P., Bilham R. G.* Tidal tilt measurement in Europe.— *Nature*, 1973, **243**, N 1, p. 74—75.
96. *Lambert W.* Report on Earth tides, 1936—1938.— Washington, 1940.— 22 p.— (U. S. Dep. Commers, Coast and Geodetic Survey; Spec. Publ.; N 223).
97. *Love A. E. H.* The yielding of the Earth to disturbing forces.— *Proc. Roy. Soc. London A*, 1909, **82**, p. 73—78.
98. *Love A. E. H.* Some problems of Geodinamics.— Cambridge, 1911.— 88 p.
99. *Matveyev P. S., Bogdan I. Yu., Golubitsky V. G.* Determination of the  $M_2$  constituent from the tilt observations along the profile Sumy — Kherson.— In: Proc. Seventh Int. Symp. Earth Tides. Budapest: Akad. Kiadó, 1976, p. 31—40.
100. *Schweydar W.* Untersuchungen über die Gezeiten der festen Erde und die Hypotetischen Magmaschicht.— *Veröffentl. Königl. Preuss. Geodät. Inst. Neue Folge*, 1912, N 54, S. 1—56.
101. *Schweydar W.* Harmonische Analyse des Lotstörungen durch Sonne und Mond.— *Veröffentl. Königl. Preuss. Geodät. Inst. Neue Folge*, 1914, N 59, S. 1—73.
102. *Shweydar W.* Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte.— *Veröffentl. Königl. Preuss. Geodät. Inst. Neue Folge*, 1916, N 66, S. 1—51.
103. *Venedikov A. P.* Une méthode pour l'analyse des marées terrestres á partir d'enregistrement de longueur arbitraire.— *Commun. Obs. Roy. Belg.*, 1966, N 250. Ser. Geophys, N 72, p. 463—485.