

УДК 550.3(092)

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГРАВИМЕТРИИ В ИНСТИТУТЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ И ГЕОФИЗИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ АН СССР

А.В. КОЗЕНКО

Институт физики Земли
им.О.Ю.Шмидта РАН,
г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ Сделана попытка реконструкции развития теоретической гравиметрии в Институте теоретической геофизики и Геофизическом институте АН СССР. Используются материалы из Архива Российской академии наук (г. Москва). Детально обсуждаются основные работы в области теории интерпретации.

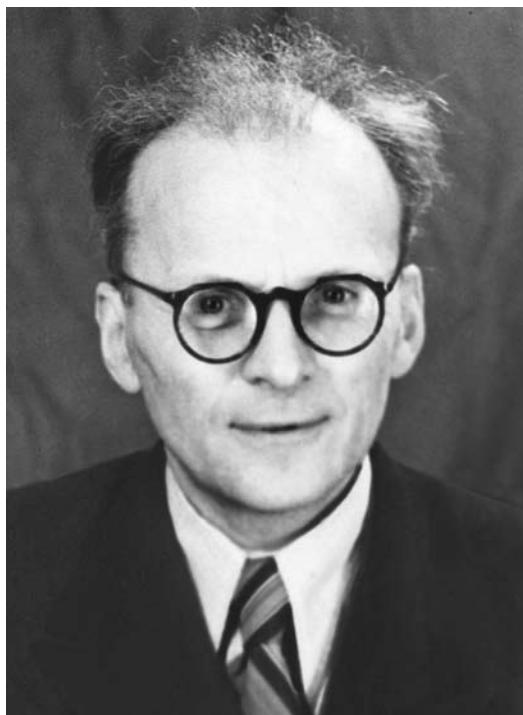
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гравиметрия, гравитационная аномалия, возмущающая масса, теория фигуры планет, изостазия, астрономо-геодезия

Настоящая работа продолжает начатый в статье [Козенко, 2008] ретроспективный обзор исследований по гравиметрии в Институте теоретической геофизики АН СССР (ИТГ).

Теория фигуры планет, в том числе, конечно, и Земли, относится к проблематике теоретической гравиметрии. Несомненно, к ней относится и работа А.А. Заморева [1937] «Об определении формы планет по движению спутников», выполненная им перед приходом в ИТГ в октябре 1937 г. Защищенная им диссертация на соискание ученой степени кандидата астрономических наук носила название: «Об определении формы планет и о нахождении законов распределения плотностей внутри планет по движению спутников». Таким образом по возмущениям в движении спутников планеты, определяемых особенностями ее гравитационного поля, находилось распределение масс в ее недрах.

В конце 1930-х годов в ИТГ преимущественно усилиями Е.Н. Люстиха была построена сводная гравитационно-магнитная карта равнины европейской части СССР, при этом им были:

- «1. Составлены карты аномалий силы тяжести (в редукции Буге) для пространства между параллелями 50 и 59 и меридианами 36 и 60 в масштабах 1:500 000 и 1:1 500 000.
2. Установлена во многих случаях параллельность гравитационных и магнитных аномалий и тектонических линий.
3. Получены доводы в пользу того, что



ЛЮСТИХ

Евгений Николаевич

процесс постепенного прогибания Восточно-Русской и Подмосквонной впадин вероятно сопровождался медленным горизонтальным перемещением вещества в глубоких частях земной коры» [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 64, с. 5].

Результаты проведенных исследований Е.Н. Люстихом были изложены в статьях [Архангельский и др., 1937; Люстих, 1938, 1948а,б,в]. Большое значение для развития теоретической гравиметрии имели работы

Е.Н. Люстиха по теории изостазии и связанными с ней проблемами, такими как проблема происхождения вертикальных движений земной коры [Люстих, 1946, 1948а, 1950а] и природа гравитационных аномалий [Люстих, 1950а,б, 1952, 1954, 1955, 1957а,б].

Эти исследования в области теоретической гравиметрии весьма способствовали развитию методики гравиразведки полезных ископаемых, особенно нефти и газа. Так, в научном отчете ИТГ за 1943 г. отмечалось, что Е.Н. Люстихом разработана схема предварительной обработки гравитационных данных для геологических исследований [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 134, с. 67], позже опубликованная [Люстих, 1946].

Заметное место было уделено деятельности Е.Н. Люстиха в научном отчете ИТГ за 1945 г. [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 161, с. 32]:

«С.н.с. Е.Н. Люстих работал в области вопросов связи гравиметрического режима с колебательными движениями земной коры. Эта тема преследует цель освещения причин колебательных движений. С помощью сопоставления последних с изменением гравитационных условий предполагается выяснить вызываются ли эти движения сжатием и расширением глубоких масс или их перемещением.

Работа в 1945 г. носила по этой теме подготовительный характер. Исследовано изостатическое равновесие в области Московской аномалии и установлено, что этот район изостатически неуравновешен (перегружен), хотя вся котловина в целом уравновешена. В процессе этой работы были освещены методические вопросы интерпретации гравиметрических данных и, в частности, выяснена невозможность по аномалиям силы тяжести и магнитным определять возрастные соотношения различных частей кристаллического фундамента.

Далее Люстих вычислил предельные глубины для трех других аномалий. Результаты подтверждают выводы, полученные для Московской аномалии».

Еще в своей диссертационной работе Е.Н. Люстих [1939] обратился к проблеме выбора редукции силы тяжести для геологических исследований. Позже он возвращается к этой проблематике. В работе [Люстих, 1947] им сделан вывод о непригодности изостатической редукции для решения вопроса о разделении влияния поверхностных и глубоких масс.

К середине 1950-х годов Е.Н. Люстих приходит «к заключению, что развитие геосинклиналей и земной коры в целом правдоподобнее всего объясняет гипотеза о поднятии сиалического вещества из глубоких недр Земли в результате химической и гравитационной дифференциации» [Люстих, 1952]. В этой же работе освещаются вопросы строения земной коры, глубинных процессов, изостазии на основе рассмотрения гравитационных аномалий, преимущественно аномалий Буге.

Е.Н. Люстихом были составлены схемы аномалий силы тяжести для всей Земли, а также мировые карты аномалий Буге и аномалий Фая. Большое внимание им было уделено вопросам их истолкования. Причиной зональных аномалий Е.Н. Люстих [1954] считает неоднородность оболочки земного шара. Аномалию силы тяжести и глубинную тектонику Индонезии и других островных дуг Е.Н. Люстих видит в их связи с дифференциацией, происходящей в недрах Земли [Люстих, 1955, 1957б]. В его обобщающем труде «Изостазия и изостатические гипотезы» [Люстих, 1957а] рассмотрена физическая сущность различных аномалий силы тяжести и их использование в геотектонике.

Е.Н. Люстих продолжал свои плодотворные исследования в области теоретической гравиметрии практически до конца XX века. Последние 50 лет развития этого направления выходят за хронологические рамки настоящего исследования, поэтому вернемся к годам войны и опишем, что было сделано в этой области другими сотрудниками ИТГ. Как и большинство других академических институтов, ИТГ в начале Великой Отечественной войны был эвакуирован из Москвы в Казань. Его директор академик О.Ю. Шмидт, избранный в 1939 г. вице-президентом АН СССР, отвечал за эвакуацию учреждений Академии наук СССР и организацию их работы в соответствии с требованиями военного времени. Соответствующие изменения произошли и в руководимом им ИТГ.

В середине 1942 г. в ИТГ была образована Гравиметрическая лаборатория во главе с видным астрономом и гравиметристом профессором Н.И. Идельсоном, эвакуированным в Казань из Ленинграда. В научном отчете Гравиметрической лаборатории за 1942 г. указывалось [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 124, с. 37-38]:

«... с февраля в Лабораторию был зачислен инженер-геофизик С.Г. Маковер,

работавший ранее в Математическом отделе; с 10 апреля в Лабораторию был зачислен на правах совместителя профессор А.Д. Дубяго, зав. кафедрой геодезии и гравиметрии Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина. Наконец, с октября в ней начал работать В.А. Казинский, перешедший в Гравиметрическую лабораторию из Морского отдела ИТГ вместе со своей тематикой. Штатных вычислителей и чертежников в составе лаборатории не имелось; только с 15 ноября и по конец года в ней работает (на договорных началах) В.Д. Горшкова, а с 1 декабря З.И. Яшина, как чертежница и вычислительница.

Конкретная тематика Гравиметрической лаборатории в первый год ее работы была целиком увязана с задачами гравиметрического производства и практики, возникающими в работах БНЭ (Башкирской нефтяной экспедиции, г. Уфа. – А.К.) и ГСГТ (Государственного союзного геофизического треста, Стерлитамак. – А.К.), куда профессора Идельсон и Дубяго были командированы летом 1942 г. В результате совещаний, проведенных при их участии как в Управлении Треста, так и в полевых партиях, наметились те конкретные вопросы, которые в настоящее время особенно занимают производственников; в связи с этим сотрудниками лаборатории были составлены и направлены в БНЭ и ГСГТ следующие инструкции и статьи:

1. Инструкция по определению средних плотностей верхних пород при редукциях наблюдений силы тяжести (Идельсон, Дубяго).
2. Таблицы для учета притяжения тел вращения, именно параболоидов вращения и цилиндров (Маковер).
3. Инструкция по уравниванию вариометрических сетей по способу наименьших квадратов (Маковер). Эту инструкцию можно считать в настоящее время уже полностью внедренной в практику, так как на БНЭ получено в последние дни предложение произвести уравнивание трех планшетов, относящихся к интересным участкам Карлинского и Ишимбаевского районов. В Гравиметрической лаборатории перед этим произведено полное уравнивание трех планшетов (Маковер) и результаты направлены в БНЭ.
4. О редукциях силы тяжести в геофизической практике. Предварительная статья Идельсона, воспроизводящая содержа-



ИДЕЛЬСОН
Наум Ильич

- ние его доклада, сделанного полевым работникам Треста летом 1942 г.
5. К характеристике гравитационной карты Башкирии. Статья Дубяго, содержащая новые формулы для оценки средней ошибки переноса силы тяжести по прямым и ломаным, замкнутым и незамкнутым контурам.
 6. Рекомендации новой аппаратуры для разведочной гравитационной съемки, содержащие предложение выписать из САСШ (ныне США. – А.К.) гравиметр системы Гульф–Хойт, равно как и современных маятниковых приборов (составлены Дубяго, Идельсоном и направлены главному геологу Наркомнефти Хэльквисту).
 7. Произведены вычисления изостатической компенсации в зоне, прилегающей к р. Белой, и выявлен общий ход компенсационной поправки в системе Хайфорда на протяжении всей этой зоны (Идельсон, Маковер).
 8. К вопросу об интегрировании градиентов силы тяжести. Статья проф. Дубяго, в которой даны приемы интегрирования градиентов силы тяжести, разобрана теория этого процесса при помощи нового вида криволинейных координат, и рассмотрены погрешности, возникающие от внесения топографических поправок в поле градиентов.

9. Маковым начата подготовка к диссертации на тему: «Уравнивание вариометрических сетей и их связь с общей гравитационной съемкой». Срок защиты 01.03.1943 г.

Заведующий Гравиметрической лабораторией профессор И.Н. Идельсон».

В отчете БНЭ выделим лишь соответствующие изучаемой нами проблематике темы [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 124, с. 12-14]:

- 1) оценка точности гравиметрической карты – Ю.Д. Буланже;
- 2) предложены новые формулы, уточняющие расчет накопления случайных ошибок при наблюдении с вариометром – А.Д. Дубяго;
- 3) разработана инструкция для определения средней плотности поверхностных пород – А.Д. Дубяго, Н.И. Идельсон.
Для гравиметра Болидан проводилась съемка профиля по резко пересеченной местности. Вводилась полная топографическая редукция с различными значениями плотности и строились графики аномалий. Искомой плотностью принималась та, при которой влияние рельефа будет минимальным;
- 4) новый способ уравнивания гравиметрических полигонов – С.Г. Маковер, Н.И. Идельсон;
- 5) таблицы для возмущающего воздействия простейших тел вращения – цилиндра и параболоида – С.Г. Маковер;
- 6) номограмма возмущающего воздействия для цилиндра (на оси) – А.Н. Тихонов, Ю.Д. Буланже.

В специальные темы в отчете были выделены:

- выделение регионального фона – Ю.Д. Буланже, А.Н. Тихонов;
- опыт комплексирования гравиметрии и сейсморазведки – Г.А. Гамбурцев, Е.Н. Люстих.

В последующие годы теоретические исследования в БНЭ были продолжены. В научном отчете ИТГ за 1943 г. приведены результаты исследований по теме № 5 «Применение гравитационных методов к исследованию нефтяных районов Второго Баку». Ответственный исполнитель Б.Л. Шнеерсон. Общее руководство А.Н. Тихонова.

В отчете отмечалось [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 134, с. 44-45]:

«На гравитационной карте Приуралья резко выделяется гравитационная «ступень», которая тянется в меридиональном

направлении свыше 150 км. Эта «ступень» привлекала внимание геологов.

Для понимания причины этой крупной аномалии был произведен анализ плотностей пород, слагающих этот район (Улу-Темяк). На основании этого анализа и применения общих методов, а также методов, разработанных Шнеерсоном в предыдущем году, выяснилось, что нарастание силы тяжести в заданном направлении объясняется двумя причинами: 1) возмущающим действием известняков артинского возраста (времени пермокарбона – промежуточного между карбоном и пермью. – А.К.); 2) действием кристаллического фундамента. Некоторые небольшие положительные аномалии, имеющие к востоку от «ступени», обязаны влиянию верхних слоев. Полученные глубины для артинских известняков и кристаллического фундамента хорошо согласуются с геологическими представлениями об этом районе.

Рукопись с картами сдана в ВБНЭ (Волго-Башкирская нефтяная экспедиция АН СССР. – А.К.). С середины 1943 г. по поручению ВБНЭ Шнеерсон был занят исследованиями гравитационных аномалий на Средней Волге (Жигули). Ставилась задача – разработать методику к снятию регионального фона с целью выявить локальные аномалии, обусловленные геологическими структурами, представляющими интерес для разведки. Была разработана специальная методика, основанная на решении внешней задачи Дирихле. Первые результаты по снятию регионального фона обнаружили локальную аномалию, совпадающую по своему положению с известной геологической структурой. Предварительный отчет сдан в ВБНЭ».

В цитируемом отчете отмечался большой интерес к разработанной новой методике со стороны промышленных организаций, проявившийся в том, что Геофизический трест, совместно с ИТГ, включился в обработку материалов по изучению по этой методике более обширной площади.

К рассмотренной проблематике примыкает работа А.Н. Тихонова и Ю.Д. Буланже [1945] «Об осреднении гравиметрических полей», основной целью которой было выяснение физического смысла осреднения с помощью палеток и, тем самым, установление геологического смысла регионального и локального гравитационных полей.

В первом параграфе работы авторами был рассмотрен метод осреднения карты потенциала или его производных с помощью



ТИХОНОВ
Андрей Николаевич

какой-либо точечной палетки, при условии придания ее центру среднего арифметического значения по всем точкам. Полученное при этом поле представляет собой гравипотенциал некой среды, ее плотность на некоторой принимаемой глубине определяется с помощью той же палетки при осреднении плотности исходной среды.

В ходе решения задачи определения лежащей на недостаточной глубине поверхности контакта двух сред с заметной разностью плотностей, при проведении осреднения аномалии силы тяжести подобного района была получена гравиметрическая карта, соответствующая осредненным плоскостям. Можно полагать, заключают авторы, что при рационально выбранном методе осреднения мелкие локальные аномалии на карте, соответствующие вкраплениям, лежащим выше контактной поверхности, будут значительно сглажены. Аномалии большой протяженности, соответствующие такой контактной поверхности, подвергнутся незначительной трансформации и их следует считать представляющими региональное поле.

Во втором параграфе рассматриваемой работы приведены теоретические примеры осреднения наиболее простых аномалеобразующих масс простейшими палетками. В третьем параграфе дано описание построения регионального и локального полей раз-



БУЛАНЖЕ
Юрий Дмитриевич

работанным авторами способом для одного из районов Ишимбаевского Приуралья. Приведено также сопоставление полученных полей с известным геологическим разрезом района.

Значительный интерес представляли работы А.Д. Дубяго. В статье «Замечания об оценке точности наблюдений с вариометрами» [Дубяго, 1944а] был развит новый метод, позволяющий получить общее представление о точности вариометрической карты изогамм на основе исследований генезиса ее ошибки, возникающей из-за ошибки прибора, метода учета топографии и интеграции градиентов. В работе также проведено сравнение вариометрической карты аномалий с уже имеющейся сетью гравиметровых или маятниковых точек. Изучались невязки аномалий Δg , возникающие при замыкании отдельных полигонов сети. В другой статье А.Д. Дубяго [1944б], помещенной в том же номере журнала, были установлены теоретические основы интегрирования градиентов силы тяжести при построении гравиметрических карт по наблюдениям с вариометрами, а также были проанализированы возможности нелинейного интегрирования градиентов.

К этим работам по тематике примыкает и статья Ю.Д. Буланже [1944] «О точности измерений аномалий силы тяжести гравита-

ционном вариометром». В ней приведены разработанные автором способы оценки точности, в том числе расчета максимальной величины средней и относительной ошибок интенсивности отдельных аномалий. Их использование продемонстрировано на примере вариометрической съемки в Ишимбаевском Приуралье, проведенной ИТГ и СИАНОм в ВВНЭ.

Здесь следует отметить, что исследования Б.Л. Шнеерсона в военные годы по теоретической гравиметрии были подытожены в статье, вышедшей уже после окончания войны [Шнеерсон, 1946]. В ней сила тяжести и ее градиенты вычислены на различных уровнях над дневной поверхностью. По степени уменьшения локальной аномалии автор предлагал уточнять ее положение и определять, обусловлена ли она лежащими близко к поверхности или глубоко залегающими возмущающими массами. Метод был использован для исследования аномалий в Самарской Луке. Теоретические заключения впоследствии были подтверждены бурением. Б.Л. Шнеерсон развивал методы геологической интерпретации результатов геофизических исследований. Так, в 1944 г. в Лаборатории геотектоники им разрабатывались вопросы теории подобия при геологическом моделировании и, совместно с С.С. Ковнером, искались подходы к сопоставлению термического метода разведки с гравитационным и электрическим методами [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 134, с. 67].

К годам войны относится начало исследований в ИТГ по проблемам морской гравиметрии. В отчете ИТГ за 1941 г. под № 5 указана тема «Изучение силы тяжести на море», выполненная с.н.с. В.А. Казинским, поступившим в докторантуру ИТГ еще в 1940 г. В нем, в частности, сказано: «Современные морские гравиметрические приборы регистрируют закон колебания маятников вместе с элементами качки корабля на море. В связи с этим в данной работе на основании формулы

$$l\ddot{\Theta} + (g + \ddot{x}) \sin \Theta = \ddot{y} \cos \Theta,$$

выражающей случай вынужденного колебания маятника, был сделан анализ оценки точности измерения и выяснена степень влияния ускорений качки корабля на результат измерения силы тяжести» [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 101, с. 29].

В военные и послевоенные годы В.А. Казинский проводит серию работ по этой тематике. В работе «О приближенном ис-

следовании закона колебания гравиметрического маятника на корабле» им рассмотрен случай вертикальной качки корабля и ее влияние на амплитуду и период гравиметрического маятника. В ней приведены вывод формул и метод приближенного исследования, на основании чего делается заключение о степени и характере влияния качки на результаты измерения силы тяжести на море [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 146, с. 36]. В статье «О сложении колебаний двух гравиметрических маятников на корабле» [Казинский, 1944а], развита теория морского маятникового прибора в предположении, что корабль имеет в плоскости колебаний маятников только вертикальную и горизонтальную качку. В 1944 г. также выходит его работа «К теории измерения силы тяжести на море» [Казинский, 1944б], а в следующем году статьи «Об аналитическом обосновании выбора места на корабле для измерений силы тяжести на море» [Казинский, 1945а] и «О компенсации влияния вертикальной качки корабля на средний период гравиметрического маятника» [Казинский, 1945б]. В последней статье сделан вывод о влиянии вертикальной качки корабля. Приведены условия, необходимые для полной компенсации членов нечетной степени ряда разложения по степеням параметров качки.

В отчете ИТГ за 1946 г. имелся специальный пункт «О НИР В.А. Казинского за 1946 г.». В нем, в частности, отмечалось:

«Исследовались задачи из теории гравиметрии. Выведена формула для учета влияния разности амплитуд и сдвига фаз на периоды двух гравиметрических маятников. Ее сравнительное достоинство и степень согласия с другими формулами проверены с помощью опытного материала. Изучались принципы деления поля гравитации Земли на зоны. Получены формулы, через которые этот принцип может найти приложение. Были оценены температурные коэффициенты маятников нового морского гравиметрического прибора, а также экспериментально изучена зависимость между коэффициентом устойчивости маятникового штатива и массой маятников. Выведена формула для оценки точности определения уклонов отвеса методом вариометрической триангуляции» [Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 176]. По результатам исследования гравиметрических задач были опубликованы три статьи [Казинский, 1946а,б,в].

Как видим, интересы В.А. Казинского

лежали не только в сфере морской гравиметрии. Еще раньше была опубликована его работа «О точности определения градиентов и кривизны» [Казинский, 1945б], в которой вторые производные от возмущающего потенциала именуется градиентами (T_{zx} и T_{zy}) и кривизнами (T_{Δ} и T_{xy}). Последние значительно реже использовались при интерпретации вследствие их, якобы, большой зависимости от топографии. В работе показано, что степень влияния рельефа и точность редуцирования на «плоскость», тем не менее, почти одинаковы для градиентов и кривизн.

В послевоенные годы В.А. Казинский продолжил свои исследования в области теоретической гравиметрии. В трудах ИТГ имеются его статьи «К технике вычисления силы тяжести» [Казинский, 1947а] и «О соотношении между отклонениями отвеса, градиентами и радиусами кривизны геоида» [Казинский, 1947б]. В первой он приводит таблицы для вычисления силы тяжести, составленные по разностям наблюдаемых периодов маятника. Во второй статье им выведены формулы для исследования поверхности геоида с помощью градиентов гравитационного поля Земли.

В дальнейшем интересы В.А. Казинского были сосредоточены на вопросах подземной гравитационной разведки. Первые подземные измерения вариометром были проведены немецкими учеными в Германии еще в 1924 г. С апреля 1950 г. вопросы подземных гравитационных измерений на рудных месторождениях входят в темплан Геофизического института АН СССР. В.А. Казинский изучает возможность применения гравиметрии к исследованиям зоны газификации угольных пластов [Казинский, 1954] и рассчитывает таблицы для вычисления гравитационного эффекта неровностей горных выработок [Казинский, 1955а]. Им были проведены, систематизированы, обобщены и проанализированы подземные измерения с вариометром и гравиметром на шести полиметаллических месторождениях в Средней Азии и на Северном Кавказе. Результаты этой работы были представлены на соискание ученой степени доктора физико-математических наук [Казинский, 1955б], однако многие ее положения оказались ошибочными. Заседание Ученого совета ГЕОФИАНа по защите В.А. Казинским диссертации состоялось 8 июня 1955 г. Вот как вспоминал об этом Е.И. Гальперин:

«Диссертанту, старому сотруднику ин-

ститута, показали, что в диссертации, посвященной гравиметрическим исследованиям в шахтах, при выводе формул потенциала имеются ошибки. Г.А. (Григорий Александрович Гамбурцев. – А.К.) неоднократно предупреждал и просил диссертанта отложить защиту и выправить работу. Однако диссертант, считывая на свои заслуги в институте (в основном в общественной деятельности), все же настоял на защите. Я был на защите и помню, как Г.А., который председательствовал, на доске провел все выкладки и показал ошибочность полученных формул. Диссертант вел себя вызывающе. Г.А. был внешне очень сдержан, но ясно было, что он очень взволнован. Ученый совет поддержал Г.А., и степень не была присуждена» [Гамбурцев, Гамбурцева, 2003, с. 269-270].

Надо отметить, что в военные и послевоенные годы в ИТГ и ГЕОФИАНе проблемы фундаментальной и прикладной науки не разделялись, методы разведочной геофизики и исследования строения Земли опирались на единые основы. Так, в работе Б.А. Андреева [1948] приведена техника расчета пространственного распределения потенциальных полей на основе решения задачи Дирихле для бесконечной плоскости. Она позволяет согласовывать данные вариационной и маятниковой съемки; определять размеры, форму и глубину залегания возмущающих масс. Это работа по разведочной геофизике.

Работы М.С. Молоденского, несомненно, относятся к проблематике фундаментальной науки. В его работе «Внешнее гравитационное поле и фигура физической поверхности Земли» [Молоденский, 1948] исследованы условия разрешимости и единственности решения интегрального уравнения, с помощью которого определяются внешнее гравитационное поле и фигура физической поверхности Земли. Им составлено новое, более простое интегральное уравнение для плотности простого слоя на земной поверхности, потенциал которого вне Земли равен возмущающему потенциалу. М.С. Молоденский также нашел, что частное решение этого уравнения должно существовать в случае сферического отсчетного поля, при отсутствии ошибок в исходных данных.

М.С. Молоденский возглавил отдел гравиметрии Геофизического института АН СССР (ГЕОФИАН), который был организован по Постановлению Президиума АН



МОЛОДЕНСКИЙ
Михаил Сергеевич

СССР от 10 января 1946 г. № 6. В нем отмечалось, что в целях углубления и укрепления научных работ в области геофизики считать необходимым объединить ИТГ и СИАН в единый институт (ГЕОФИАН входил в состав Отделения физико-математических наук АН СССР). Директором был назначен академик О.Ю. Шмидт. Однако по состоянию здоровья он не смог продолжительное время руководить вновь созданным Институтом, и в 1948 г. директором его назначается Г.А. Гамбургер (в 1946 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР). В 1946 г. членом-корреспондентом АН СССР был избран и М.С. Молоденский (лауреат государственных премий – Сталинской в 1946 и 1951 гг. и Ленинской в 1963 г.). М.С. Молоденский с 1943 по 1956 гг. также руководил лабораторией гравиметрии в ЦНИИГАиКе.

В настоящей работе нет возможности показать в сколько-нибудь полном объеме грандиозный вклад этого выдающегося ученого в геодезическую гравиметрию, гравиметрическое приборостроение, теорию приливов, нутации и собственных колебаний Земли, а также и в некоторые другие направления геофизики. Для этого, несомненно, требуется самостоятельное историко-научное исследование. Здесь очень кратко изложены его исследования лишь в области теоретической

гравиметрии в 1946–1956 гг. К этому времени М.С. Молоденский был уже известным ученым, автором фундаментальной монографии «Основные вопросы геодезической гравиметрии» [Молоденский, 1945]. В ней рассмотрена проблема определения геоида по гравиметрическим данным.

В 30-х годах XX века, когда в СССР приступили к практическому использованию гравиметрических уклонений отвеса в астрономо-геодезических сетях и были выявлены значительные неточности, особенно в горных местностях, усилился интерес к проблеме редукиции. (Редукиция – приведение силы тяжести, измеренной на земной поверхности и исправленной за регуляризацию, на поверхность регуляризованного геоида. – А.К.). В своей монографии М.С. Молоденский показал, что для определения геоида нужно знать не только силу тяжести на нем, но и ту ее составляющую, которая вызвана притяжением только континентальных масс. Он предлагал отказаться от искусственных понятий и в третьей главе монографии предложил считать, что задача геодезии состоит в определении внешнего гравитационного поля и поверхности Земли. В статье [Молоденский, 1948, с. 30] он отметил: «Сколько-нибудь строгое решение возможно, если известна плотность в каждой точке для всех масс, которые находятся вне геоида».

Новый подход потребовал введения новых понятий. Им были определены так называемые нормальные высоты (близкие к ортометрическим), которые строились только по измеряемым данным. Аномалии высот определялись внешним возмущающим потенциалом и согласовывались с нормальными высотами, но относились к точкам поверхности Земли и играли роль высот геоида, приобретая смысл во всем внешнем пространстве. Аномалии силы тяжести должны были определяться на земной поверхности, редуцировать надо было не реальную, а нормальную силу тяжести (редукиция в свободном воздухе). Изменилось также и вычисление составляющих уклонения отвеса. Фактически это означало отказ от редуцирования измеряемых величин, так как его невозможно произвести без привлечения дополнительных сведений (подчас неизвестных). Для сравнения измеряемых величин с нормальными последние следовало вычислять в пунктах измерений.

Во введении к «Избранным трудам» М.С. Молоденского [1999а, с. 12–13] В.В. Бровар и М.И. Юркина так оценили его

вклад в теоретическую гравиметрию:

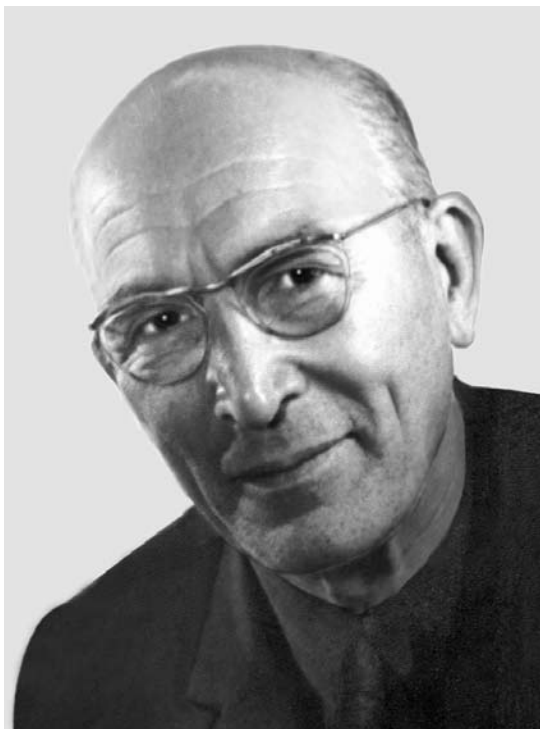
«Теория Молоденского – новая теория геодезии, а не дополнение прежней теории. Если теория Клеро (геодезическая) исходит из того, что форма земной поверхности зависит от одного параметра (земного сжатия) и устанавливает связь его с изменениями силы тяжести на этой поверхности, а теория Стокса отказывается от гипотезы Клеро и задачу видит в определении геоида как заменяющего земную поверхность, то теория Молоденского определяет именно эту поверхность. Она поставила перед геодезией новую цель, и методы решения основаны только на двух предположениях – справедливости гравитационного закона Ньютона и неизменности во времени всех исходных данных ... Теория Молоденского объединила изолированные разделы геодезии, как, например, триангуляцию и нивелирование, установила их взаимосвязь, освободила геодезию от принципиальной приближенности ее решений... Гармоничное слияние геодезических измерений с решением геодезических задач осуществлено только в теории Молоденского. Она рассматривает и использует именно те измерения, которые можно реально выполнить теперь или в будущем.

Из такого понимания теории Молоденского следует, что она не может устареть от замены одного способа другим или от усовершенствования способов обработки или при появлении нового вида измерений».

Во второй половине 1940-х – первой половине 1950-х годов М.С. Молоденский последовательно развивает важнейшие направления теоретической гравиметрии. Вслед за уже отмеченной его работой о гравитационном поле и фигуре физической поверхности Земли [Молоденский, 1948] выходит статья «Приближенный способ решения уравнения, определяющего фигуру квазигеоида» [Молоденский, 1949а]. В предыдущих работах вопрос об определении формы физической поверхности Земли решался без привлечения фигуры геоида; в них он увязывался с так называемой поверхностью относимости. Расстояние от нее до физической поверхности планеты представлялось как сумма двух высот: вспомогательной высоты и высоты квазигеоида. Так как вспомогательные силы определить несложно по приращению потенциала силы тяжести, то главная проблема состоит в определении

формы квазигеоида путем решения линейного интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода с особым несимметричным ядром. В работе [Молоденский, 1949а] приводятся способы численного решения этого интегрального уравнения. В статье «Изучение фигуры физической поверхности Земли геометрическим (астрономо-геодезическим) методом» [Молоденский, 1949б] показана эквивалентность геометрического и гравиметрического методов, на которую указывал еще А. Пуанкаре в простейшем случае регуляризированной Земли.

В следующем году М.С. Молоденский [1950] публикует программную работу «К постановке астрономо-гравиметрического нивелирования в СССР». В ней указаны способы повышения точности такого нивелирования по главным магистралям. Рассмотрены три основных случая нивелирования: 1) в равнинных районах, 2) в горных местностях, 3) в непосредственной близости от государственной границы, где иногда невозможно провести гравиметрическую съемку в достаточно широкой полосе вдоль ходовой линии. Проведенный в работе анализ показал, что к точности определения дополнительных к общей съемке гравиметрических пунктов нет необходимости предъявлять завышенные требования (не точнее 1 мГал) и поэтому нет проблемы с инструментальным обеспечением. Допустимо использование серийных гравиметров отечественного производства (ГКМ, ВИРГ и др.). В качестве первоочередной задачи М.С. Молоденским поставлено создание цепи полигонов от западных границ СССР до побережья Тихого океана. В период работы в ГЕОФИАНЕ М.С. Молоденский в первой половине 1950-х годов публикует «Метод совместной обработки гравиметрических и геодезических материалов для изучения гравитационного поля Земли и ее фигуры» [Молоденский, 1950б], «Новый метод решения геодезических задач» [Молоденский, 1954], «Решение задачи Стокса с относительной погрешностью порядка квадрата сжатия Земли» [Молоденский, 1956а], «Исследование решения задачи Стокса с относительной погрешностью порядка квадрата сжатия Земли» [Молоденский, 1956б] – работы, в которых находят развитие важнейшие вопросы геодезической и теоретической гравиметрии. Говоря о вкладе М.С. Молоденского в теоретическую гравиметрию, нельзя не сказать о его совместной с В.В. Федынским статье «Тридцать лет советской гравиметрии



ПАРИЙСКИЙ
Николай Николаевич

(1917–1947)» [Молоденский, Федынский, 1947], в которой дан обзор основных работ по гравиметрии, выполненных в СССР за три десятилетия, разработана периодизация истории отечественной гравиметрии и указаны перспективы дальнейших исследований.

Большое значение для развития теоретической гравиметрии имели труды такого разностороннего исследователя, как Н.Н. Парийский, работавшего в ГЕОФИАНе и избранного в 1968 г. членом-корреспондентом АН СССР. В 1948 г. он публикует статью «Развитие теории ошибок Баррасса для современной методики маятниковых наблюдений» [Парийский, 1948], а в следующем году «Ускорение силы тяжести в Тбилиси» [Парийский, 1949]. В последней работе изложена история связей Тбилиси с Потсдамом и основными пунктами СССР. В ней также сделано сравнение старых определений ускорения силы тяжести g в эпоху 1903–1909 гг. с новыми в эпоху 1931–1937 гг., которое показало, что наблюдаемая разность значений g меньше точности измерений. Поэтому Н.Н. Парийский сделал вывод, что вековое изменение Δg в Тбилиси не могло быть больше 1–2 мГал. Для Тбилиси он принимал $g = 980177.7 \pm 0.9$ мГал. В 1950 г. выходят две работы Н.Н. Парийского по



МАГНИЦКИЙ
Владимир Александрович

теоретической гравиметрии. В статье «О влиянии микросейсм на определение силы тяжести методом качания маятников» [Парийский, 1950а] оценено, что в среднем для гравитационного пункта возмущения не превосходят 0.3 мГал. На этом основании сделан вывод, что расхождения при повторных наблюдениях не может объясняться их влиянием. Статья «Вертикальная составляющая притяжения гиперболического купола» [Парийский, 1950б] посвящена сравнению различных методов интерпретации. Для удобства выбрана модель, для которой Δg может быть рассчитана точно. Расчеты проведены для трехмерной модели.

Нельзя не отметить вклад в развитие теоретической гравиметрии В.А. Магницкого, геофизика широкого профиля, избранного академиком в 1979 г. В его работе «Исследование широких волн геоида путем совместного использования геодезических и гравиметрических данных» [Магницкий, 1948] приведен вывод высот геоида новым методом, который позволил получать широкие волны геоида без привлечения каких-либо дополнительных гипотез о строении земной коры. Однако, как заметил М.С. Молоденский [1999а, с. 170], в этой работе «астрономо-геодезические материалы используются в форме уклонений отвесной линии или высот геоида,

в связи с чем каждая изолированная геодезическая сеть вносит в решение задачи три дополнительные неизвестные величины, зависящие от ориентировки местного референц-эллипсоида. Вместе с неизвестными, характеризующими гравитационное поле в неизученных областях Земли, общее количество подлежащих определению неизвестных становится столь большим, что на сколько-нибудь надежное решение задачи надеяться не приходится». В статье «К вопросу о выделении локальных гравитационных аномалий» [Магницкий, 1949] проблема разделения гравитационных полей решается путем редуцирования аномалий на удаленную внешнюю поверхность.

В статье С.В. Евсеева [1954] «Локальные аномалии силы тяжести и изостазия» рассмотрен вопрос о зависимости аномалий силы тяжести от высоты, а для аномалий Буге – от средней высоты района. На основе анализа многочисленных наблюдательных данных сделан вывод, что близость значений регионально-изостатических и локальных аномалий в горных районах Карпат и Памира свидетельствует о наличии в этих местах изостатической компенсации регионально-го характера.

К исследованию в области теоретических вопросов гравиметрии в ГЕОФИАНЕ в середине 1950-х годов привлекаются молодые ученые. Так, на конференции молодых ученых ГЕОФИАНа, прошедшей с 17 по 20 мая 1954 г., выступил аспирант В.А. Кузиванов [1954] с сообщением «К вопросу об аналитическом продолжении потенциала». 29 декабря того же года он защитил кандидатскую диссертацию. В ней был представлен разработанный соискателем новый метод редуцирования гравитационных аномалий со сложной поверхности Земли на внешнюю плоскость, в основе которого лежал подход М.С. Молоденского, определяющий фигуру квазигеоида. Приведены также полученные диссертантом приближенные формулы оценок погрешностей. Теме диссертации была посвящена статья В.А. Кузиванова [1955] «О редуциях силы тяжести в горных районах». Эта тема развивается и в его статье «К вопросу о редуцировании аномалий силы тяжести» [Кузиванов, 1956а]. В работе «Об аналитическом продолжении гравитационного потенциала во внутреннюю область» [Кузиванов, 1956б] проблема рассмотрена с позиции двух обратных задач гравиметрии: о фигуре геоида и определения глубины залегания верхней поверхности притягиваю-

щего тела.

Теоретические исследования в области гравиметрии получили в ГЕОФИАНЕ большое развитие и были продолжены в Институте физики Земли АН СССР после разделения ГЕОФИАНа на три самостоятельных научных учреждения в 1956 г.

В заключение обзора работ ИТГ и ГЕОФИАНа по теоретическим проблемам гравиметрии отметим, что, несмотря на достигнутый в этой сфере исследований существенный прогресс, оставались отдельные направления, которые в силу ряда как объективных, так и субъективных причин не привлекли должного внимания. Так, еще в мае 1944 г., выступая на Ученом совете ИТГ с докладом «О некоторых научных задачах астрономо-геодезии в связи с изучением строения твердой оболочки Земли», выдающийся отечественный геодезист Ф.Н. Красовский, излагая методы изучения строения земной коры в астрономо-геодезии и гравиметрии (физической геодезии), в частности, заметил: «Гипотеза о движении материков лежит в основе исследований Венинг-Мейнеса и Глени, приведших к столь плодотворным результатам. Очевидно, на астрономо-геодезию падает в существенной части освещение этой гипотезы» [Красовский, 1947]. Тогда это пожелание осталось без отклика. Лишь через 5 лет более частная задача нашла отражение в сообщении работавшего в ГЕОФИАНЕ в 1946–1950 гг. В.В. Данилова [1949] «Методы обработки повторных геодезических измерений, проводимых в целях выявления горизонтальных деформаций земной коры». В нем предложен новый метод для выявления деформаций локального характера – так называемый метод трансформирования. Показана также несостоятельность применявшегося ранее метода одной твердой точки. Этот новый метод применялся сотрудниками Лаборатории гравиметрии и геодезии ГЕОФИАНа, которые включились в работы Гармской экспедиции по изучению горизонтальных и вертикальных движений земной коры в районе Сталинабад (ныне Душанбе) – Гарм – Нурек совместно с ЦНИИГАиКом с 1946 г.

На другую важную, но недостаточно изучаемую в институте проблему обратил внимание Г.П. Горшков [Архив РАН. Фонд 1994. оп. 1. ед. хр. № 12, с.235-236] в своем выступлении в прениях на ученом совете ГЕОФИАНа 23 ноября 1949 г.: «Гравиметристы института делают очень много в области методики исследования, постро-



ГОРШКОВ
Георгий Петрович

ки аппаратуры и т.д. Но есть круг вопросов, которыми они не занимаются, я имею в виду связь сейсмических явлений с распределением силы тяжести. Можно указать

на ряд работ, в которых говорится о связи сейсмических районов с участками крупных аномалий силы тяжести, независимо от их знака. В других работах говорится о связи сейсмических районов с участками крупных отрицательных аномалий. Наконец, говорится о сейсмогеническом значении крупных положительных аномалий силы тяжести. Имеются исследования, в которых указывается на такую же роль участков резких градиентов изменения силы тяжести; иногда указывают на роль изостазии в возбуждении сейсмических явлений и т.д. Что же принять? Геологи разрешить эту задачу не в силах и вынуждены искать ответа у гравиметристов. Но мы этих задач перед ними не ставили. Почему? Нет оперативной связи между отделами по нашей собственной небрежности, инертности, замкнутости в работе».

Приведенный отрывок выступления, конечно, выдержан в стиле суровой самокритики, характерной для того периода отечественной истории, но в нем было указано на необходимость продолжения исследований в данном направлении. Дальнейшие исследования показали отсутствие однозначной зависимости. Ведь до настоящего времени проблема прогноза землетрясений остается нерешенной.

ЛИТЕРАТУРА

- Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 64.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 101.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 124.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 134.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 146.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 161.
 Архив РАН. Фонд 577, оп. 1, ед. хр. № 176.
 Андреев Б.А. Расчеты пространственного распределения потенциальных полей и их использование в разведочной геофизике // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1948. Т. XI, № 1. С. 79–92.
 Архангельский А.Д., Люстих Е.Н., Михайлов А.А., Федьинский В.В. Геологическое значение аномалии силы тяжести в СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1937. № 4. С. 701–742.
 Буланже Ю.Д. О точности измерений аномалий силы тяжести гравитационным вариометром // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1944. № 5. С. 285–291.
 Бровар В.В., Юркина М.И. Введение // Молоденский М.С. Избранные труды. М.: ОИФЗ РАН, 1999а. 522 с.
 Гамбурцев А.Г., Гамбурцева Н.Г. Григорий Александрович Гамбурцев. М.: Наука, 2003. 300 с.
 Горшков Г.П. Стенограмма выступления в прениях на Ученом совете ГЕОФИАН 23.XI.1949 г. Архив РАН. Фонд 1994. оп. 1. ед. хр. № 12. С. 235–236.
 Данилов В.В. Методы обработки повторных геодезических измерений, проводимых в целях выявления горизонтальных деформаций земной коры // Тр. ГЕОФИАН. М.; Л., 1949. № 5 (132). С. 115.
 Дубяго А.Д. Замечания об оценке точности наблюдений с вариометрами // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1944а. № 1. С. 18–24.
 Дубяго А.Д. К вопросу об интеграции градиентов силы тяжести // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1944б. № 1. С. 25–34.
 Евсеев С.В. Локальные аномалии силы тяжести и изостазия // Тр. ГЕОФИАН. М.; Л., 1954. № 22 (149). С. 111–116.
 Заморев А.А. Об определении формы пла-

- нет по движению спутников // *Астрон. журн.* 1937. Т. XIV, № 4. С. 364–369.
- Казинский В.А. О сложении колебаний двух гравиметрических маятников на корабле // *Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.* 1944а. № 6. С. 381–384.
- Казинский В.А. К теории измерения силы тяжести на море // *Сборник Главного управления геодезии и картографии.* 1944б. № 8.
- Казинский В.А. Об аналитическом обосновании выбора места на корабле для измерения силы тяжести на море // *Сборник Главного управления геодезии и картографии.* 1945а. № 9.
- Казинский В.А. О точности определения градиентов и кривизны // *Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.* 1945б. № 4. С. 382–388.
- Казинский В.А. О компенсации влияния вертикальной качки корабля на средний период гравиметрического маятника // *Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.* 1945в. № 5/6. С. 543–546.
- Казинский В.А. О влиянии неравенства амплитуд и сдвига фаз на периоды двух сопряженных маятников // *Докл. АН СССР.* 1946а. Т. 51, № 8. С. 327–328.
- Казинский В.А. К вопросу о разделении поля гравитации Земли на зоны // *Докл. АН СССР.* 1946б. Т. 53, № 7. С. 615–617.
- Казинский В.А. К вопросу об оценке точности вариометрического способа измерения уклонений отвесных линий в гравитационном поле Земли // *Докл. АН СССР.* 1946в. Т. 54, № 2. С. 131–134.
- Казинский В.А. К технике вычисления силы тяжести // *Тр. ИТГ. М.; Л.: Изд-во АН СССР,* 1947а. Т. II. Вып. 2. С. 108–111.
- Казинский В.А. О соотношении между отклонениями отвеса, градиентами и радиусами кривизны геоида // *Тр. ИТГ. М.; Л.: Изд-во АН СССР,* 1947б. Т. II. Вып. 2. С. 112–114.
- Казинский В.А. О применении гравиметрии к изучению зоны газификации угольных пластов в подземном газогенераторе. НИИ Подземгаз, 1954. Бюл. № 2.
- Казинский В.А. Таблицы для вычисления гравитационного эффекта неровностей горных выработок. М., 1955а. 612 с. (Фонды ИФЗ РАН).
- Казинский В.А. Основы теории и методики подземной гравитационной разведки на рудных месторождениях. М., 1955б. 475 с. (Фонды ИФЗ РАН).
- Козенко А.В. Развитие теории интерпретации гравитационных данных в Институте теоретической геофизики АН СССР // *История наук о Земле.* 2008. Т. 1, вып. 4. С. 55–62.
- Красовский Ф.Н. О некоторых научных задачах астрономо-геодезии в связи с изучением строения твердой оболочки Земли // *Тр. ИТГ. М.; Л.: Изд-во АН СССР,* 1947. Т. II, вып. 2. С. 20.
- Кузиванов В.А. К вопросу об аналитическом продолжении потенциала // *Изв. АН СССР. Сер. геофиз.* 1954. № 5. С. 495–496.
- Кузиванов В.А. О редуциях силы тяжести в горных районах // *Изв. АН СССР. Сер. геофиз.* 1955. № 3. С. 295.
- Кузиванов В.А. К вопросу о редуции аномалий силы тяжести // *Изв. АН СССР. Сер. геофиз.* 1956а. № 10. С. 1161–1173.
- Кузиванов В.А. Об аналитическом продолжении гравитационного потенциала во внутреннюю область // *Изв. АН СССР. Сер. геофиз.* 1956б. № 12. С. 1419–1426.
- Люстих Е.Н. Выбор редуции силы тяжести в связи с решением геологических вопросов // *Изв. АН СССР. Сер. геолог.* 1938. № 4. С. 659–666.
- Люстих Е.Н. Выбор редуции силы тяжести для геологических исследований: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1939.
- Люстих Е.Н. К вопросу об использовании гравитационной съемки рекогносцировочного характера // *Докл. АН СССР.* 1944. Т. 43, вып. 6. С. 257–258.
- Люстих Е.Н. Об использовании гравиметрии для исследования причин длительных вертикальных движений платформ / *Ин-т теорет. геофизики АН СССР.* Б.м., 1946. 76 с.
- Люстих Е.Н. Геологический смысл различных методов вычисления аномалий силы тяжести // *Тр. ИТГ. М.,* 1947. Вып. 3. С. 3–45.
- Люстих Е.Н. Гравиметрический метод изучения причин колебательных движений земной коры и некоторые результаты его применения // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1948а. Вып. 6. (отд. отт.). 11 с.
- Люстих Е.Н. Количественная интерпретация некоторых гравитационных аномалий Русской платформы. М., 1948б. 25 с.
- Люстих Е.Н. Опыт использования зональных аномалий силы тяжести для изучения причин длительных вертикальных движений платформы // *Докл. АН СССР.* 1948в. Т. 61, вып. 2. С. 267–270.

- Люстих Е.Н. Изостазия и гравитектоника островных дуг. М., 1950а. 57 с.
- Люстих Е.Н. Количественная интерпретация некоторых гравитационных аномалий Русской платформы // Прикл. геофизика. М., 1950б. Вып. 6. С. 127–142.
- Люстих Е.Н. Тектоника глубоких частей земной коры по гравиметрическим данным // Тезисы докладов на расширенной сессии Ученого совета Геофизического института АН СССР по вопросам внутреннего строения Земли, происходившей 23-27 декабря 1952 г. М., 1952.
- Люстих Е.Н. Схемы аномалий силы тяжести для всей Земли // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1954. Вып. 5. С. 385–389.
- Люстих Е.Н. Аномалии силы тяжести и глубинная тектоника Индонезии и других островных дуг // Тр. ГЕОФИАН. М., 1955. Вып. 26 (153). С. 160–196.
- Люстих Е.Н. Изостазия и изостатические гипотезы. М.: Изд-во АН СССР, 1957а. 90 с. (Тр. ГЕОФИАН; Вып. 38 (165)).
- Люстих Е.Н. Глубинное строение земной коры в Индонезии по гравитационным данным: Тез. докл. на XI Генеральной ассамблее Междунар. геодез. и геофиз. союза. М., 1957б. С. 34–38.
- Магницкий В.А. Исследование широких волн геоида путем совместного использования геодезических и гравиметрических данных // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1948. Т. XII, № 3. С. 213–216.
- Магницкий В.А. К вопросу о выделении локальных гравитационных аномалий // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1949. Т. XIII, № 6. С. 556–562.
- Молоденский М.С. Основные вопросы геодезической гравиметрии. М., 1945. (Тр. ЦНИИГАиК; Вып. 42).
- Молоденский М.С. Внешнее гравитационное поле и фигура физической поверхности Земли // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1948. Т. XII, № 3.
- Молоденский М.С. Приближенный способ решения уравнения, определяющего фигуру квазигеоида // Тр. ЦНИИГАиК. 1949а. Вып. 68. С. 5–11.
- Молоденский М.С. Изучение фигуры физической поверхности Земли геометрическим (астрономо-геодезическим) методом // Сб. науч.-техн. и произв. статей по геодезии. М., 1949б. Вып. 27. С. 3–11.
- Молоденский М.С. К постановке астрономо-гравиметрического нивелирования в СССР // Тр. ЦНИИГАиК. 1950. Вып. 75. С. 78–84.
- Молоденский М.С. Новый метод решения геодезических задач // Тр. ЦНИИГАиК. 1954. Вып. 103. С. 3–21.
- Молоденский М.С. Решение задачи Стокса с относительной погрешностью порядка квадрата сжатия Земли // Тр. ЦНИИГАиК. 1956а. Вып. 112.
- Молоденский М.С. Исследование решения задачи Стокса с относительной погрешностью порядка квадрата сжатия Земли // Тр. ЦНИИГАиК. 1956б. Вып. 112.
- Молоденский М.С. Избранные труды. М.: ОИФЗ РАН, 1999а. 522 с.
- Молоденский М.С. Метод совместной обработки гравиметрических и геодезических материалов для изучения гравитационного поля Земли и ее фигуры // М.С. Молоденский. Избр. труды. М.: ОИФЗ РАН, 1999б. С. 218–224. (Первая публикация в сборнике ГУГК, вып. XXX).
- Молоденский М.С., Федьинский В.В. Тридцать лет советской гравиметрии (1917–1947) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1947. Т. XI, № 5. С. 395–408.
- Парийский Н.Н. Развитие теории ошибок Баррасса для современной методики маятниковых наблюдений // Тр. СИАН. М.; Л., 1948. Вып. 127. С. 164–194.
- Парийский Н.Н. Ускорение силы тяжести в Тбилиси // Тр. ГЕОФИАН. М.; Л., 1949. № 7 (134). 95 с.
- Парийский Н.Н. О влиянии микросейсм на определение силы тяжести методом качания маятников // Тр. ГЕОФИАН. М.; Л., 1950а. № 12 (139). С. 3–21.
- Парийский Н.Н. Вертикальная составляющая притяжения гиперболического купола // Тр. ГЕОФИАН. М.; Л., 1950б. № 12 (139). С. 22–34.
- Тихонов А.Н., Буланже Ю.Д. Об осреднении гравиметрических полей // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1945. № 3. С. 240–260.
- Шнеерсон Б.Л. Об одном методе выделения локальных и региональных гравиметрических полей // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1946. № 5. С. 449–454.

Сведения об авторе **КОЗЕНКО Александр Васильевич**
доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ИФЗ РАН, 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Б. Грузинская, д. 10.

**THE THEORETICAL GRAVIMETRY
DEVELOPMENT IN THE INSTITUTE
OF THEORETICAL GEOPHYSICS AND
THE GEOPHYSICAL INSTITUTE
ACADEMY OF SCIENCES USSR**

ALEXANDER V. KOZENKO

*Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian
Academy of Sciences, Moscow, Russia*

ABSTRACT. The paper attempts to reconstruct the development of the theoretical of gravimetry in the Institute of Theoretical Geophysics using archive materials were found in the Archive of Russian Academe of Science in Moscow. The basic works in the field of theory of interpretation are examined in detail.

KEYWORDS: gravimetry, gravity anomaly, perturbative mass, theory of the planet figure, isostasy, astronomo-geodesy.