

## ГРИГОРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ГАМБУРЦЕВ – ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ

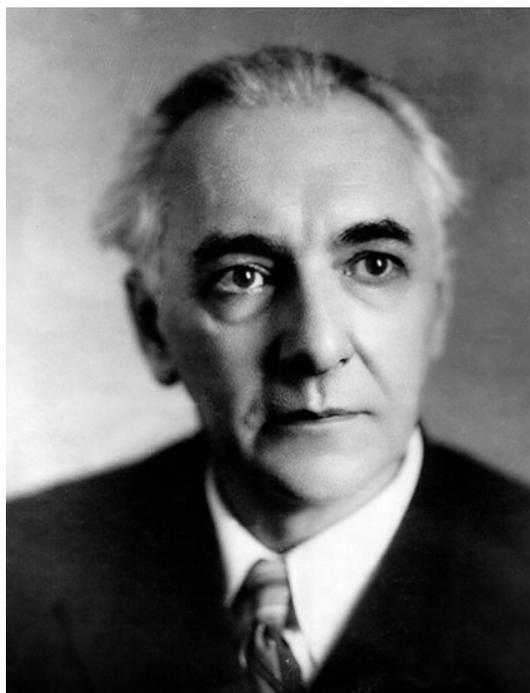
© 2019 г. **А. Г. Гамбурцев**

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

Статья посвящена выдающемуся ученому, академику Григорию Александровичу Гамбурцеву, основоположнику сейсмических методов разведки в СССР, основателю научных школ и направлений, теоретику и экспериментатору.

*Ключевые слова:* Григорий Александрович Гамбурцев, геофизика, научные школы СССР, сейсмические методы

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0002-333720192190-200>



90-летний юбилей Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН (ИФЗ), который мы отмечаем в 2018 году, совпал с памятной датой – 115-летием со дня рождения Григория Александровича Гамбурцева, выдающегося ученого, академика, директора Геофизического института АН СССР – ГЕОФИАН (ныне ИФЗ РАН). Он был основоположником сейсмических методов разведки в СССР, основателем научных школ и направлений, педагогом, организатором науки, разносторонним ученым – физиком и геофизиком, теоретиком и экспериментатором, конструктором геофизической аппаратуры, неотомимым полевиком.

В 1938 г. директор Института теоретической геофизики (ИТГ) АН СССР академик О. Ю. Шмидт предложил Г. А. Гамбурцеву организовать отдел физических методов разведки полезных ископаемых. Такой отдел был создан. В ИТГ вместе с Г. А. Гамбурцевым пришли геофизики-разведчики Ю. В. Ризниченко, А. Г. Иванов, И. И. Гурвич, И. С. Берзон, Л. С. Вейцман, И. П. Пасечник, А. М. Епинатьева, Е. В. Карус, И. П. Косминская. Позже в разное время к ним примкнули Е. С. Борисевич, А. Я. Меламуд, Н. Е. Федосеенко (сейсмическая аппаратура), Е. И. Гальперин (ГСЗ, вертикальное сейсмическое профилирование), Н. И. Давыдова (ГСЗ), Н. В. Кондорская (сейсмология, организация и руководство сейсмической сетью СССР), И. С. Пархоменко (сейсмическое моделирование), М. И. Рац-Хизгия (организация и проведение многочисленных сейморазведочных работ) и др. Таким образом, Г. А. объединил вокруг себя специалистов разных направлений. Задачами нового отдела были создание физических основ разведочной геофизики, разработка новых и совершенствование существующих методов разведки.

В 1946 г. в результате объединения двух институтов, Теоретической геофизики и Сейсмологического, образовался Геофизический институт АН СССР (ГЕОФИАН) во главе с О. Ю. Шмидтом, а в 1948 г. его директором стал Г. А. Гамбурцев. Здесь в 1939 г. Г. А. защитил диссертацию на тему: «Сейсмические и гравитационные методы разведки», ему была присвоена степень доктора физико-математических наук и звание профессора, а в 1941 г. присуждена Сталинская премия за разработку метода и аппаратуры для сейсмической разведки.

Работы Г. А. Гамбурцева носят фундаментальный характер, они неоднократно издавались, а его плодотворные идеи (во многом нашедшие развитие), представляют не только исторический интерес, но сохранили до сих пор актуальность и свежесть, и заслуживают внимания и нового прочтения. Хочется, чтобы молодые геофизики знали об этих трудах, проштудировали их. Бесспорно, они почерпнут для себя многое – и по содержанию, и по форме. Зрелые, маститые геофизики также смогут увидеть в них новое, нужное и интересное.

Г. А. Гамбурцев родился в 1903 г. в Петербурге, в семье потомственных военных. После гимназии у Г. А. возник интерес к физике. Он стал посещать физическую лабораторию Университета им. А. Шанявского и слушать лекции академика П. П. Лазарева, своего главного учителя. Высшее образование Г. А. получил на физико-математическом факультете МГУ, который окончил в 1926 г. После окончания университета Г. А. продолжал работать под руководством П. П. Лазарева, участвовал в гравиметрических экспедициях Государственного нефтяного института. С 1929 г. он начал преподавать курсы геофизики и геофизических методов разведки в Московском геолого-разведочном институте (МГРИ), а затем в Московском нефтяном институте им. И. М. Губкина.

Первые его научные работы были связаны с оптикой. Он теоретически, а затем экспериментально изучил вопрос о поглощении и рассеянии света в мутных средах. Его работы высоко оценили выдающиеся физики П. П. Лазарев и С. И. Вавилов. Заметный этап в творчестве Г. А. Гамбурцева был связан с гравиметрией и магнитометрией. Большинство этих работ проводилось в районе Курской магнитной аномалии (КМА). Мы не будем подробно останавливаться на этих работах, скажем только, что они, по словам В. Н. Страхова [Развитие..., 1982, с. 80], «создали ряд важнейших направлений в области теории интерпретации гравитационных и магнитных аномалий, направлений, в той или иной форме продолжающих плодотворно развиваться и в настоящее время...».

**Первые сейсмические исследования** Г. А. провел в 1931 г. в районе Курской магнитной аномалии (КМА) методом первых вступлений. Участник этих работ А. Г. Иванов писал [1971, с. 166]: «Близ с. Лебеди ... сейсморазведкой на глубине около 100 м было отмечено местное, небольшой протяженности, поднятие кровли кристаллических пород. В этом же пункте ранее была

зафиксирована положительная аномалия силы тяжести при слабом нарушении среднего значения напряженности магнитного поля. Профессор Г. А. Гамбурцев по расчетам определил, что сейсморазведка выделила включение особо богатых железных руд ...Этот вывод ученого блестяще подтвердился при бурении и дальнейшем вскрытии месторождения... До сих пор можно считать упомянутые исследования классическими по детальности сейсморазведки, а ведь наблюдения проводились лишь двумя весьма простыми сейсмографами системы Гамбурцева с переносами пунктов взрыва вдоль профиля от нулевой точки (с интервалом 5 м). Колебания регистрировались на вращаемую фотопластинку на стекле размером 9 × 12 см без применения гальванометров...».

В 1932–1938 гг. Г. А. работал в Нефтяном геолого-разведочном институте Главнефти, где организовал сейсмическую лабораторию, там же стали работать его ученики Ю. В. Ризниченко, И. С. Берзон, А. М. Епинатьева, И. П. Косминская, Е. В. Карус, Л. С. Вейцман, И. П. Пасечник. С этого времени основным занятием ученого стала сейсморазведка, а затем сейсмология. Вокруг него сплотился коллектив геофизиков-энтузиастов, к числу которых относились (кроме указанных выше) С. Ф. Больших, Ю. Н. Годин, И. И. Гурвич, В. Н. Дахнов, В. В. Колюбакин, Е. Н. Люстих, А. А. Ляпунов, Е. А. Мудрецова, Л. А. Рябинкин, В. В. Федынский и др. Этот коллектив всего за два года создал техническую базу для регистрации сейсмических колебаний и подготовился к применению метода отраженных волн. Основные сейсморазведочные приборы, изготавливавшиеся в СССР, длительное время строились по эскизам Г. А. Гамбурцева. Примерно в это же время стали проводиться систематические сейсморазведочные работы по поискам нефтеносных структур (Эмба, Термез и т. д.). Зимой 1933–1934 гг. на Байкале впервые в СССР Г. А. Гамбурцев вместе с Л. А. Рябинкиным и Л. С. Вейцман зарегистрировал отраженные волны.

В 1930–40 гг. практически все сейсморазведчики страны принадлежали школе, созданной и возглавленной Г. А. Школа была основана на его научных и организационных усилиях по созданию отечественной сейсморазведки, на его преподавании в МГРИ и нефтяном институте, на его известном учебнике «Сейсмические методы разведки», изданном в 1937–1938 гг. и дважды переизданном в 1960 и 2003 гг., его повседневной работе в ИТГ, руководстве научными и производственными сейсморазведочными

работами в СССР, наконец, на стиле работы, который позволил ему выдвинуть идеи и осуществить многие из них, создать мощный, работоспособный коллектив исследователей и зажечь своими идеями многих ученых и практиков.

Некоторые из его учеников ранее были студентами МГРИ и слушали лекции молодого Г. А. У многих из них позже образовались свои школы. Одновременно Г. А. руководил экспедиционными работами и консультировал производственные партии на Апшеронском полуострове, на Украине, Дальнем Востоке, в Средней Азии и в других районах страны.

Г. А. активно участвовал в учебном процессе – подготовке специалистов-сейсмологов. Но он не был лектором в обычном смысле слова. Он предпочитал читать такие лекции, в которых творил. А его импровизации дорогого стоили. Это не значит, конечно, что он был импровизатором. Он готовился к лекциям, сохранились его заметки – детальные конспекты предстоящих лекций по ГСЗ, по экспериментальной сейсмологии. Его лекции слушали не только студенты, но и сотрудники.

Забегая вперед, отметим, что Г. А. стоял у колыбели известнейшего и, к сожалению, ликвидированного отраслевого института ВНИИГеофизика. Директором этого института в 1947–1978 гг. был ученик Г. А. известный геофизик М. К. Полшков. В 1950-е годы, несмотря на занятость проблемами сейсмологии и прогноза землетрясений, Г. А. по-прежнему уделял внимание сейсмической разведке не только в своем институте, но и в отраслевых институтах.

#### **В институте теоретической геофизики АН СССР (ИТГ).**

17 июня 1941 г. Президиум АН СССР принял постановление о разработке методов поиска новых нефтяных месторождений в Башкирии – в районе «Второго Баку». Постановка этих работ была вызвана тем, что ввиду сложности геологического строения обычные методы в этом районе не давали результата. Было решено организовать Башкирскую экспедицию. Руководство экспедицией и Ученым советом было возложено на О. Ю. Шмидта. Научное руководство геофизической и геологической частями на месте полевых работ осуществляли Г. А. Гамбурцев и известный впоследствии геолог А. А. Богданов. В Постановлении были сделаны конкретные указания в адрес ИТГ, в частности, «отряду к месту полевых работ выехать не позднее 1 июля 1941 г.».

Основным направлением работ в Башкирии было создание корреляционного метода

преломленных волн – КМПВ. Работами в Башкирии (1941–1944 гг.) и на Апшероне (1943–1944 гг.) была в основном завершена разработка метода КМПВ, и получены геологические результаты, подтвержденные бурением. Работы по КМПВ обогатили сейсморазведку. Под руководством Г. А. была составлена монография по КМПВ. Ее опубликование в 1952 г. явилось началом промышленного применения метода.

Большое значение в военные и послевоенные годы приобрели работы по морской сейсморазведке на Каспийском море. Г. А. руководил работами, связанными с поисками и разведкой нефтяных месторождений. После кончины Г. А. сейсморазведчики Каспия назвали судно, на котором проводили морские работы именем Г. А. Заметим, что, начиная с 1984 г., еще на одном построенном в Финляндии научно-исследовательском судне «Академик Гамбурцев» проводились работы на Тихоокеанском шельфе.

Сейсморазведка как наука выросла из сейсмологии в связи с необходимостью поиска и разведки полезных ископаемых, и Г. А. Гамбурцев во многом способствовал ее появлению и становлению. Он вместе со своими учениками создал новые методы разведки, развил основы физики распространения сейсмических волн, методики полевых работ, обработки и интерпретации результатов, создал теорию сейсморазведочной аппаратуры. Громадную роль в формировании школы советских сейсморазведчиков сыграл упомянутый уже учебник «Сейсмические методы разведки», который в течение долгих лет был единственным научным пособием для студентов-сейсмологов.

В нескольких книгах, посвященных развитию его идей, изданных в разные годы, приведены статьи и воспоминания современников. В них дана высокая оценка разработкам Г. А. В статье Е. В. Каруса, Л. А. Рябинкина и А. К. Урупова [Достижения..., 1984, с. 4–5] было сказано: «Приходится удивляться интуиции Г. А. Гамбурцева, который предвосхитил все основные направления сейсморазведки».

**Экспериментальная сейсмология.** Разнообразие строения геологических сред, необходимость их изучения в разных масштабах потребовали широкого подхода к созданию физически обоснованных, технологичных методов, разработки аппаратуры и теории интерпретации данных, быстрого внедрения разработок в промышленность. Такой подход и был применен Г. А. Им была создана существующая до настоящего времени парадигма, определяющая основные направления

развития экспериментальной сейсмологии. Основные положения этой парадигмы изложены в книгах и статьях Г. А. Многие не опубликовано и сохранилось в архиве, многое было предложено в виде идей, которые впоследствии разрабатывались его учениками. Дальнейшее развитие экспериментальной сейсмологии было связано с созданием новых методов изучения Земли, основанных на достижениях как сейсмологии, так и сейсморазведки. Создавая эти методы, Г. А., по-видимому, исходил из трех фундаментальных положений: 1) сейсморазведка и сейсмология опираются на один и тот же фундамент и должны не отделяться, а смыкаться друг с другом. 2) масштабы сейсмических исследований определяются частотными диапазонами, которые при этом используются. 3) целесообразно исследовать волны разной природы и разных типов: отраженные, преломленные, рефрагированные – продольные, поперечные, обменные, а также поверхностные и микросейсм.

На этих основаниях Г. А., во-первых, создал методы, использующие разные диапазоны частот, и во-вторых, внедрил в сейсмологические методы корреляционные принципы, создал экспериментальную сейсмологию. Он сблизил сейсмологию и сейсморазведку. Так возникли корреляционный метод преломленных волн (КМПВ), методы низкочастотной и высокочастотной сеймики (НЧС, ВЧС), методы поперечных и обменных волн, вертикальное сейсмическое профилирование, поляризационные модификации методов, метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), корреляционный метод изучения землетрясений (КМИЗ), в дальнейшем – сейсмические группы и принципы сейсмотомографии, метод сейсмического просвечивания, сейсмоакустические методы. В большинстве случаев эти методы возникли или развивались не сами по себе, а в соответствии с новыми задачами: ГСЗ и КМИЗ – после Ашхабадского землетрясения в связи с проблемой прогноза землетрясений, метод ВЧС – в связи с задачами поиска и разведки урановых руд.

Создание новых методов потребовало глубокого проникновения в суть проблемы, разработки теории, специфических аппаратных комплексов, подходов, учета особенностей строения среды. Г. А. принимает участие в работах на всех этапах их становления и развития, в том числе в разработке новых аппаратных средств. Новые методы, их различные комбинации, позволили изучать разнообразно построенные геологические среды в разных масштабах и решать большой комплекс задач.

Особо отметим, что Г. А. придавал большое значение не только кинематическим, но и динамическим характеристикам волнового поля. При этом преследовалась цель выяснения связи динамических признаков на сейсмограммах с особенностью строения среды. Этому способствовали специальные экспериментальные работы его учеников, теоретические исследования В. И. Смирнова и С. Л. Соболева, которые разработали эффективные методы решения динамических задач теории упругости, работы школ Г. И. Петрашеня и Н. В. Зволинского. Исследование динамических характеристик сейсмических волн получило большое развитие не только в научных исследованиях, но и на практике. К сожалению, ликвидация во второй половине 1970 гг. сильнейшего отдела разведочной геофизики в ИФЗ РАН, ослабило развитие в России сейсморазведки, как метода, и в результате, как пишет С. А. Тихоцкий, «наша страна значительно отстает от мировых тенденций» [Актуальность..., 2013, с. 43].

В статье [Гамбурцев, 1947] Г. А. впервые ввел понятие «экспериментальная сейсмология», имея в виду сейсмические методы изучения Земли, использующие искусственные источники возбуждения. Методы экспериментальной сейсмологии, предложенные и развитые Г. А. Гамбурцевым и его школой, послужили основой для создания новых направлений: многоволновой сейсморазведки, прогнозирования геологического разреза, объемной сеймики, сейсморазведки высокого разрешения и т. д. В современных сейсмических методах используются все известные типы волн в широком диапазоне частот. Широко и успешно применяются методы обработки как кинематических, так и динамических характеристик сейсмического волнового поля. Представляется перспективным также использование микросейсм как источника регулярных волн и в качестве объекта исследования. Г. А. писал: «Следует иметь в виду, что то, что называется помехой ... может быть использовано для интерпретации наблюдений». Известно, что в настоящее время микросейсмический шум используется как для изучения строения Земли, так и для решения задач прогноза землетрясений. Известен, в частности, метод шумовой сейсмической томографии, дающей возможность локализовать шумящие источники. Наконец, упомянем о том, что, как пишет С. В. Гольдин в книге [Научное..., 2003], Г. А. предложил оригинальный способ изображения систем наблюдения на обобщенной плоскости, особая роль которого стала очевидной при массовом применении методики

многократных перекрытий. Идеи этого способа в настоящее время используются не только для изображения систем ОГТ, но и для изображения и интерпретации двумерных полей кинематических и динамических параметров, получаемых по методике многократных перекрытий.

**Атомный проект.** Долгое время все данные по этому вопросу были закрыты. Приведем текст, написанный заместителем начальника геофизической комплексной экспедиции, занимавшейся поиском и разведкой урановых руд Е. Е. Петренко [Научное..., 2003. С. 340–341]. «По решению Правительства СССР под руководством И. В. Курчатова начались работы по исследованию атомного ядра... Одной из главных задач было создание сырьевой базы новой отрасли. На Геологический комитет СССР была возложена организация широких поисков месторождений радиоактивных руд, а на АН СССР – обеспечение интенсификации их разведки и добычи на известных среднеазиатских месторождениях урана. Эти задачи в АН СССР академик А. Ф. Иоффе возложил персонально: геологические – на академиков С. С. Смирнова и И. Ф. Григорьева, а геофизические – на О. Ю. Шмидта. А. Ф. Иоффе и О. Ю. Шмидт практическое руководство организацией и руководство геофизическими научно-исследовательскими работами на предприятиях новой отрасли возложили на Г. А. Гамбурцева 20 февраля 1946 г. Постановление было подписано И. В. Сталиным. Этим постановлением в Академии наук создавалась специальная Геофизическая комплексная экспедиция (ГКЭ АН СССР) для выполнения научно-исследовательских и опытно-производственных геофизических работ на предприятиях, ведущих разведку и добычу радиоактивных руд. Начальником ГКЭ был назначен Г. А. В 1951 г. работы ГКЭ в основном были завершены. В атомной промышленности была создана своя геофизическая служба. ГКЭ АН СССР была преобразована правительством в Институт прикладной геофизики АН СССР. Вслед за отчетами о работе ГКЭ, Г. А. Гамбурцев в 1951 г. внес на имя А. П. Завенягина предложение организовать службу наблюдения за атомными взрывами на всем земном шаре. Это предложение было осуществлено Институтом физики Земли АН СССР уже после смерти Г. А. Гамбурцева. Эта методика известна теперь во всем мире.»

**Ашхабадская катастрофа. Работы по сейсмологии. Проблема прогноза землетрясений.** В 1946 г. Г. А. Гамбурцева избирают членом-корреспондентом Академии наук. В том же году происходит

Ашхабадское землетрясение. Институт начинает вплотную заниматься проблемой прогноза землетрясений, включая предсказание не только места и максимальной силы землетрясения (сейсмическое районирование), но и времени возникновения землетрясений, что было наиболее трудной и наименее исследованной частью проблемы. Институт начал заниматься выявлением природы сейсмического очага, вопросами механизма выделения сейсмической энергии, теоретическими, модельными и натурными сейсмическими и другими исследованиями. К ним были привлечены физики, географы, математики, другие специалисты. До 1949 г. работы в этом направлении в СССР почти не велись, а за рубежом проводились лишь разрозненные исследования.

Это были последние работы Г. А. Гамбурцева. Он начал их, имея огромный опыт исследований в области сейсмологии. Его знания, умение, интуиция физика позволили ему составить представление о модели возникновения землетрясения и предопределить на многие годы основные направления работ. Гамбурцев понимал прогноз как большую комплексную задачу, включающую в себя фундаментальные исследования строения Земли в сейсмически активных и спокойных районах, в условиях живых и мертвых разломов, физики очага землетрясения, сейсмичности, сейсмического режима, сейсморайонирования, геологических и физических условий возникновения землетрясений, сопутствующих явлений. Он развивал *генетический подход*, который должен был объяснить физические и геологические причины, определяющие место, время и силу землетрясений. Его труды, касающиеся прогноза землетрясений, содержат разработку новых методов и аппаратуры для сейсмологических работ.

Исследования, проведенные в конце 40-х–начале 50-х годов XX века в Средней Азии и Казахстане, дали уникальный экспериментальный материал, впервые показавший тонкую структуру полей сейсмических волн, связанных с основными границами в земной коре и позволивший существенно уточнить скоростную модель. Эти работы легли в основу метода глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), дающего возможность определять строение земной коры, расшифровывать крупные гравитационные аномалии и выделять локальные аномалии, важные для поисков полезных ископаемых. Изучение глубоких частей земной коры с применением этого метода позволяет выяснить условия образования рудных месторождений, связанных

с глубинными разломами в земной коре. Метод дает возможность ответить на вопросы о различии в строении земной коры в сейсмичных и асейсмичных районах, под океанами, материками и в переходных зонах; об особенностях ее строения в горных районах, в районах вулканической деятельности, об изменениях состояния горных пород при режимной регистрации глубинных волн. В дальнейшем исследования методом ГСЗ проводились не только академическими институтами, но и многими организациями МинГео СССР. Общая длина профилей ГСЗ в СНГ составляет сотни тысяч километров. Работы методом ГСЗ проводятся во всем мире. Накоплен большой опыт наблюдений и интерпретации данных в различных по геологическому строению районах суши и океана. Полученная информация дала возможность изменить представления о строении земной коры и верхней мантии и построить их неоднородно-слоисто-блоковые модели.

Вплотную занявшись вопросами сейсмического районирования, Г. А. организует исследования в различных районах Средней Азии и Казахстана и формулирует основные задачи усовершенствования методики. В числе этих задач – установление физических и геологических критериев сейсмичности, разработка надежных методов прогноза максимальной сейсмической балльности, составление новых и уточнение существующих карт сейсмического районирования, усовершенствование методов обнаружения активных глубинных разрывов в земной коре. На основе далеко не полных данных Г. А. отметил ряд факторов, которые могут иметь значение для прогноза *времени* землетрясения: *особенности медленных движений земной коры; слабые форшоки, акустические предвестники, изменения характера глубинных микросейсм, миграция слабых очагов, сейсмическое затишье, изменение напряжений в земной коре в районе будущего землетрясения; усиление сейсмической активности перед землетрясением, изменения скоростей сейсмических волн на разных глубинах, электрических, гравитационных и магнитных полей, уровня подземных вод.* При этом Г. А. опирался на работы предшественников – известных сейсмологов Б. Б. Голицына, Ф. Омори, А. Имамура, Р. Кевеслигетти.

Новые задачи потребовали новых подходов, которых до тех пор не знала сейсмология. Во-первых, исследования должны быть комплексными. Во-вторых, следует использовать корреляционные принципы. В-третьих, наблюдения необходимо вести на существенно разных

частотах. В работах активно использовались методы экспериментальной сейсмологии, в том числе ГСЗ и КМИЗ. Приведем фрагмент из статьи Ю. В. Ризниченко [1975, с. 5]: «Рассмотрим главные направления и основные результаты работ Г. А. Гамбурцева по изучению сейсмичности и сейсмической опасности. Эти работы были выполнены в период 1949–1955 гг. Их описание занимает всего около 100 страниц текста в сборнике «Избранные труды». Но какие это страницы!...». В 2007 г. была опубликована книга [Г. А. Гамбурцев..., 2007], где есть много интереснейших страниц, в том числе засекреченная в свое время брошюра «Вопросы советской науки» [1954], а также ранее неопубликованные материалы из архива. Кроме того, сделано приложение к этой книге в виде диска; там помещены некоторые факсимильные страницы из архива Г. А. Работы Г. А. по сейсмологии и прогнозу землетрясений переиздавались и обсуждались во многих статьях и монографиях известных геофизиков. Приведем фрагмент из статьи М. А. Садовского и др. в книге [Развитие..., 1982]. «Большинство идей Г. А. Гамбурцева нашли отражение в «Перспективном плане», который до последнего момента своей жизни дополнял и совершенствовал. В 1980 г. в ИФЗ составлена новая «Научная программа исследований по прогнозу землетрясений». Эта программа, по существу, является органическим развитием «Перспективного плана» Г. А. Гамбурцева и последующих прогнозных планов и программ». Приведем также заключительный абзац из этой работы (с. 315). «Заслуги Г. А. Гамбурцева, направившего работу по прогнозу в самом ее начале по правильному пути, трудно переоценить. Обращаясь к работам Г. А. Гамбурцева по прогнозу, исследователь ... найдет в них актуальные, глубокие, полезные для себя идеи, как это бывает при чтении классиков науки.»

Замечу, что то небольшое число страниц, о которых писал Ю. В. Ризниченко (плюс к этому и архивные материалы), стоит прочесть целиком, потому что Г. А. в последние годы жизни непрерывно думал об этой сложнейшей проблеме, и в каждой новой работе или докладе дополнял то, что говорил или писал ранее, писал статьи и заметки, делал доклады в Президиуме АН СССР и на Ученых Советах.

Остановимся на некоторых деталях. Приведем фрагмент из статьи В. В. Белоусова с соавторами из книги [Развитие..., 1982, с. 262–263]. В работах Г. А. мы находим наряду с «... общими положениями о связи геологических и сейсмических явлений вполне конкретные

рекомендации по характеру этих связей. Внимательное изучение этих рекомендаций помогло бы избежать ошибок, допущенных в разработке методов сейсмического районирования с привлечением геологических данных. Г. А., например, отмечал, что, по всей видимости, нельзя найти «такое явление, которое одно, в отрыве от других признаков, окажется достаточным для предсказания момента землетрясения» [Гамбурцев, 1960]. И хотя это высказывание относится к проблеме прогноза времени, оно в полной мере справедливо и для прогноза места и силы землетрясений. Иными словами, речь идет о множественности геологических причин, вызывающих землетрясение, а, следовательно, и о множественности геологических критериев сейсмичности, анализ которых необходим для прогноза. Напомним, что 20–25 лет назад предпринимались попытки поиска «универсального» критерия сейсмичности.

Другой пример: Г. А. указывал, что признаки надвигающегося землетрясения (как и их причинные факторы – особенности геологической обстановки) не могут быть одинаковы в разных сейсмоактивных районах. Это положение и раньше развивалось многими специалистами в области сеймотектоники, однако заслуга Г. А. Гамбурцева заключалась в том, что он считал его (и совершенно справедливо) одним из важнейших при оценке потенциальной сейсмической опасности. Особенно важно не забывать этот вывод при проведении детального сейсмического районирования, когда необходимо оценивать потенциальную сейсмическую опасность дифференцированно: не для регионов в целом, а для отдельных геотектонических зон и участков внутри них. Весь опыт развития работ по прогнозированию опасности сильных землетрясений показывает, что наиболее продуктивны именно те исследования, которые строятся на представлениях о ясной связи между тектоническим развитием и сейсмичностью. Многие из таких представлений впервые были четко сформулированы в трудах академика Г. А. Гамбурцева, весьма лаконичных, но чрезвычайно богатых перспективными идеями. ... Самое известное из таких представлений Г. А., получившее разностороннее развитие ..., – это представление о сейсмических швах, которые определялись как «глубинные зоны сочленения блоков земной коры (ослабленные зоны), отличающиеся той или иной степенью сейсмичности» [Гамбурцев, 1960 с. 428]. Простейшая модель сейсмического шва это, по Гамбурцеву, «упруго-пластичный *вертикальный или наклонный слой,*

прочность которого различна в разных частях, однако в среднем меньше, чем прочность блоков» [Гамбурцев, 1960, с. 428]. Такое представление о геологической позиции очагов крупных землетрясений стало стержневой идеей для поисков закономерностей в расположении этих очагов и для выделения тех самых «геологических критериев сейсмичности» – особых геологических признаков, характерных для мест, где могут формироваться очаги землетрясений определенного максимального энергетического уровня ...»

**Современность и актуальность.** Не так давно вышла книга [Актуальность..., 2013], статьи из нее достаточно уверенно говорят о том, что многие работы и идеи Г. А. и сегодня актуальны и современны. Не все они получили развитие, и сейчас в трудах сейсмологов и сейсморазведчиков далеко не всегда можно встретить ссылки на работы Г. А. Как следствие – молодые геофизики, к сожалению, перестают обращаться непосредственно к трудам Г. А., а ведь там многое можно почерпнуть и перенять.

**Приведу пример из собственного опыта.** В развитие идей Б. Б. Голицына, Р. Кевеслигетти, М. Омори Г. А. предложил провести изучение временных вариаций скоростей пробега волн на разных глубинах. При этом предлагалось применить метод удаленных взрывов, который известен сейчас, как метод сейсмического просвечивания. Вот что он писал [Гамбурцев, 2003, с. 350]. «Систематические повторные измерения скоростей распространения упругих волн на больших глубинах в сейсмоактивных районах ... имеют целью выяснить вопрос о том, может ли скорость упругих волн явиться показателем тех изменений в горных массах, которые происходят перед землетрясениями. Во времена Голицына не имелось технических средств для постановки соответствующих наблюдений. Лишь теперь такие возможности появились». К этому тексту следует редакционное примечание, где рассказано о первых опытах. Они были проведены в 1949 и 1950 гг. Взрывы проводились в оз. Иссык-Куль, а регистрация в Щели Дальней (предгорья Заилийского Ала-Тау). Опыты не были завершены, однако был выяснен ряд условий для успешного их проведения. В частности, было показано, что для того, чтобы условия взрыва были постоянными, взрывы должны проводиться в воде, *во взвешенном состоянии*. Регистрация волн должна производиться на достаточно большом удалении, для того, чтобы волны, соответствующие основным слоям земной коры были разрешены во времени.

Мы провели аналогичные опыты в Южном Таджикистане. В 1977–1984 гг. автор с сотрудниками ИФЗ РАН совместно с Южной геофизической экспедицией Геологоуправления Таджикистана проводили сейсмические просвечивания земной коры и верха верхней мантии при взрывах [Гамбурцев, 1992]. Задача заключалась в определении временных вариаций кинематических (времена пробега волн, связанных с разными границами в земной коре и верха верхней мантии) и динамических (амплитуды и спектры тех же волн) параметров. Наблюдения проводили в скважине. Взрывы проводили в двух озерах на удалении 57 км (Искандеркуль) и 135 км (Чашмаисангок) от приемной аппаратуры (вблизи Душанбе). При таких удаленностях удалось добиться хорошего разрешения волн и определить их параметры. Условия возбуждения в неглубоком озере Чашмаисангок были оптимальными. Озеро расположено на ровном месте, дно покрыто толстым (больше двух метров) слоем ила. Заряд погружался в этот слой. После каждого взрыва воронка быстро затягивалась илом. Следующие взрывы были идентичны предыдущим. Что касается второго взрывпункта – озера Искандеркуль, – то заряды, уложенные на скалистое дно озера, нарушали рельеф дна, и/или попадали каждый раз на другое место. Это приводило к изменению условий возбуждения. И тогда мы учли опыты Г. А. в Иссык-Куле – стали проводить взрывы подвесных зарядов в воде, что привело к значительному улучшению стабильности условий возбуждения.

И несколько слов о результатах. Ожидалось что в области, где назревает землетрясение, возрастают напряжения, а, следовательно, несколько увеличивается скорость распространения сейсмических волн. Перед самым землетрясением скорость несколько уменьшается (так называемые «бухты» во временных рядах). Такой эффект наблюдал сейсмолог Р. Кевеслигетти. Позже это предположение получило ряд подтверждений, и сейсмологи стали находить бухты во временных рядах, и шел поток статей, с такими результатами. Но действительность оказалась более сложной. Оказалось, во-первых, что были зафиксированы землетрясения без бухт и бухты без землетрясений. Дело было в том, что часто складывается следующая ситуация. Сложная форма временных рядов сейсмических (и других тоже) параметров обусловлена свойством переменной полиритмичности. Ритмы могут появляться и исчезать, меняться по амплитуде

и фазе. Доминирующие ритмы сильно влияют на форму временных рядов. Суперпозиция доминирующих ритмов бывает сложной, и часто *конструктивной*, и может привести к образованию бухт. Если среда готова воспринять, как *триггерное воздействие*, небольшие изменения параметров, то может произойти землетрясение. Мы показали на фактическом материале образование бухты как результат *конструктивной суперпозиции*, а также образование бухты как *предвестника землетрясения* в Гармском районе Таджикистана [Гамбурцев, 1992]. И еще мы учли предупреждение Г. А. о недопустимости получения кусочных временных рядов, т. е. рядов, где имеется только сама аномалия, но нет достаточно протяженных участков ряда *до и после* аномалии.

**Стиль работы.** Г. А. умел находить незаурядных сотрудников и помощников. Он не только не давил их своим авторитетом, но, наоборот, старался развивать и поощрять их научные склонности.

Г. А. обладал личностными качествами, позволяющими быть и старшим другом, и ученым-наставником: личное обаяние, оптимизм, богатство идей и неизменное желание делиться ими с учениками, способность «заразить» их своими идеями, вера в успех. Немаловажное значение имел также высокий культурный уровень Учителя.

Среди особенно близких ему людей, были исследователи разных специальностей, темперамента и возраста – от молодых, воспитанных самим Г. А., до давно сложившихся ученых, порой старше его годами. Научные интересы тесно связывали Г. А. и его учеников с такими замечательными учеными, как А. Д. Архангельский, Л. А. Арцимович, В. В. Белоусов, Л. М. Бреховских, С. И. Вавилов, М. П. Воларович, Ю. Н. Годин, Д. Н. Казанли, И. А. Кибель, И. К. Кикоин, И. В. Курчатов, Л. С. Лейбензон, М. А. Леонтович, А. А. Ляпунов, В. А. Магницкий, М. С. Молоденский, Н. И. Мухелишвили, А. М. Обухов, Н. Д. Папалекси, Н. Н. Парийский, Е. Ф. Саваренский, К. И. Сатпаев, В. И. Смирнов, С. Л. Соболев, А. Н. Тихонов, Е. К. Федоров, В. В. Федынский, Я. И. Френкель, О. Ю. Шмидт, В. В. Шулейкин, и многими другими.

**Фрагменты из воспоминаний и статей современников.** Приведем несколько коротких выдержек из некоторых статей и очерков из книги [Научное..., 2003].

**А. А. Ляпунов** (с. 279). «На меня всегда производило огромное впечатление то, как Г. А. стремился подойти к процессам, протекающим в земном шаре, в первую очередь, в его верхних слоях, с глобальных позиций большой физики. У него было стремление воспринять процессы, текущие в земном шаре, как некоторое целостное физическое явление. С одной стороны, он всегда стремился выкристаллизовать элементарные физические процессы, играющие определяющую роль в тех или иных явлениях, протекающих в Земле, с другой стороны, ему всегда хотелось понять взаимодействие этих элементарных явлений и выяснить, как, отправляясь от них, можно объяснить крупные самодовлеющие процессы, протекающие в земном шаре.»

**В. В. Белоусов** (с. 281–282). «В начале 50-х годов Г. А. разрабатывал и совершенствовал метод ГСЗ. Одновременно он был директором института, который все разрастался, тематика его становилась все сложнее, что требовало все больших забот. Раздавались телефонные звонки из высоких инстанций, и секретари, и подхваченные ими по дороге научные сотрудники бросались искать директора... Его находили в дальней лаборатории, где он самозабвенно топал ногой по половице и радовался волнистому зайчику, пробегавшему по экрану осциллографа... И так было обидно возвращать его из мира науки в серый мир постановлений, штатных расписаний и мелких и крупных кляуз...

Мне пришлось помогать Г. А. формулировать основы, на которых должно зиждиться сейсмическое районирование. ...Воспитанный в традициях старой описательной науки — геологии, где многое построено на оттенках мнений, я мог только любоваться способностью Г. А. на месте полутонов прокладывать резкие границы между обоснованным и предположительным и превращать общие соображения в строгие правила.»

**Е. Ф. Саваренский** (с. 283). «Большое умение объединять научных работников, находить правильное решение постоянно сквозило на всех сессиях, заседаниях и встречах с Г. А. Гамбурцевым... У него была такая широта взгляда, которая в сочетании с большой выдержкой и доброжелательностью всякий спор приводила к разумному решению и удовлетворению. Он никогда не был резким и неровным, всегда уравновешен, бодр, полон мягкого юмора. Большая культура, постоянный научный интерес, коллективизм и благожелательность создали Г. А. Гамбурцеву

заслуженную славу полноценного научного руководителя высокого уровня. Я усвоил и всегда помню совет Г. А.: руководить надо не принуждением, а убеждением. Среди научных работников возможно только такое руководство.»

**С. П. Капица** (с. 285). «Я думаю, что успеху <моей> работы в большой мере способствовала атмосфера в ГЕОФИАНе, которая, несомненно, была связана с масштабом личности Гамбурцева и теми научными традициями, которым он следовал. В те трудные времена с институтом были связаны замечательные ученые самых разных направлений. Быть может, тогда я впервые начал понимать все значение того, что мы теперь называем междисциплинарными исследованиями.»

**Н. Н. Пузырев** (с. 287). «На ... семинаре горячо обсуждали вопрос о природе интенсивных осей синфазности в последующих вступлениях при работе методом ГСЗ на расстояниях порядка 100 км и более от источника. Суждения по данной проблеме были различными, но Г. А. высказал твердое и сформулированное мнение, что интенсивные волны в последующих вступлениях могут относиться только к закритическим отражениям от границы Мохоровичича. ... Именно с этого времени закритические волны от границы Мохоровичича, а иногда от других глубинных границ, стали играть весьма важную, подчас решающую, роль при интерпретации данных ГСЗ.»

**Г. Н. Петрова** (с. 288). «Мы, молодые сотрудники других подразделений, многие уже достигшие ранга кандидатов наук, были преисполнены к Г. А. самого искреннего уважения, но уважения, которое вызывает не наместник бога-истины на земле, а старший, умный, знающий товарищ. ...К Г. А. я шла согласовывать смысл и план своих работ и, надо сказать, неизменно чувствовала его интерес к тому, что я говорю, и понимание — черты, такие редкие у самых крупных ученых, когда речь идет не об их непосредственных научных интересах.»

**Б. К. Балавадзе** (с. 304). «Особенно энергично и целенаправленно взялся Г. А. за разработку... проблемы по прогнозу сильных землетрясений... Г. А. сформулировал задачи и пути исследования проблемы. Ее масштабы и необходимость концентрации сил привели его к мысли об организации Совета по сейсмологии при Президиуме АН СССР. Через этот Совет за короткий срок он сумел привлечь и организационно объединить многих ученых

и производственников – геофизиков и геологов страны. ...В мировой практике, быть может, он первым составил столь полную программу разработки методов и аппаратуры для таких исследований. ...Он заложил основы теоретических, экспериментальных и полигонных исследований в наиболее сейсмоактивных областях бывшего Советского Союза, провел много экспедиционных наблюдений, накопивших ценнейший геолого-геофизический наблюдательный материал, усилил работы по прогнозу места и силы землетрясений, предпринял шаги по созданию необходимой геофизической аппаратуры.»

**И. С. Берзон** (с. 307–308). «Г. А. поставил задачу разработать методы глубинной сейсморазведки. Под глубинностью понимались первые 3–4 км. Тогда эта глубинность еще не была достижимой ...Г. А. очень крупно поставил проблему – создание новой высокочувствительной аппаратуры, разработка новых методов повышения эффективной чувствительности, и широко поставил экспериментальные исследования. ...В 1939 г. во время экспедиционных работ ...Г. А. предложил новые фильтры в усилителях, и благодаря этому сильно возросла чувствительность аппаратуры. При взрывах даже небольших зарядов стали получаться длинные и интенсивные записи. Г. А. загорелся, быстро внес дополнительные изменения в аппаратуру и поставил специальные опыты по регистрации волн с большими временами прихода ... Это были первые ростки будущего метода ГСЗ... Огромную работу проводил Г. А. по взаимному проникновению идей и методов сейсморазведки и сейсмологии.»

**О. К. Глозов** (с. 313). «Его лекции ... были весьма своеобразны. В них был заложен элемент творчества, как будто лектор звал слушателя не повторять изложенные им основы, а развивать вопрос дальше. Другими словами, каждая его лекция отражала не какой-либо законченный раздел науки, не подлежащий обсуждению, а скорее, сегодняшнюю степень его состояния. И это было мощным стимулом для мыслящего слушателя к самостоятельному участию в развитии изложенного вопроса. Но не только лекции Г. А. стимулировали творческую деятельность его учеников.»

**А. А. Гвоздев** (с. 340). «Статьи и книги Г. А. Гамбурцева не дают полного представления об обаянии его личности. Академизм изложения не пропускает той непосредственно

зримой красоты и свободы мысли, что покоряли в его устных выступлениях и разговорах... Ректор МГУ академик И. Г. Петровский пригласил Г. А. Гамбурцева работать на физическом факультете. Предполагалось не только преподавание, но и научные исследования с организацией группы сотрудников. В 1954–1955 гг. Г. А. прочел небольшой курс лекций «Экспериментальная сейсмология» по наиболее любимым и интересующим его в то время проблемам. Сюда относились: корреляционный подход к сейсмическим записям, ..., электромеханические аналогии и их использование при конструировании сейсмических приборов и некоторые другие вопросы. Г. А. читал лекции ясно и размеренно, но главная красота была в его глазах, необычайно ярко отражавших ход его мысли. Было видно, как Г. А. прямо здесь, в аудитории, снова продумывает предмет лекции.»

**Л. А. Рябинкин** (с. 293). «... Более 20 лет его короткой, но яркой жизни я и все мы жили под светом идей Г. А. У советской сейсморазведки был непререкаемый руководитель, любимый и уважаемый всеми сейсморазведчиками и сейсмологами. ...По любому вопросу ее прошлого и будущего развития в трудах Г. А. можно найти важные мысли и суждения. Поэтому перечитывайте и изучайте работы Гамбурцева! Цитируйте и ссылайтесь на мысли Гамбурцева! Способствуйте переизданию трудов Григория Александровича Гамбурцева!»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Актуальность идей Г. А. Гамбурцева в геофизике. М.: Янус-К. 2013. 411 с.
- Белюсов В. В., Борисов Б. А., Рейснер Г. И.* Влияние трудов Г. А. Гамбурцева на развитие геологических исследований по проблемам сейсмичности. Развитие идей Г. А. Гамбурцева в геофизике. М.: Наука. 1982. С. 260–269.
- Г. А. Гамбурцев. Научное наследие. Малоизвестные работы и материалы из архива. М.: Наука. 2007. 297 с.
- Гамбурцев А. Г., Гамбурцева Н. Г.* Григорий Александрович Гамбурцев. Научно-биографическая литература. М.: Наука. 2003. 300 с.
- Гамбурцев Г. А.* Избранные труды. Том 1. Работы по геофизике и физике. М.: Наука. 2003. 525 с.
- Гамбурцев Г. А.* Избранные труды. Том 2. Основы сейсморазведки. М.: Наука. 2003 а. 439 с.
- Гамбурцев Г. А.* Развитие экспериментальной сейсмологии в Советском Союзе // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. – 1947. т. 11. № 5. С. 409–414

- Гамбурцев Г.А., Ризниченко Ю.В., Берзон И.С., Епинатьева А.М., Пасечник И.П., Косминская И.П., Карус Е.В.* Корреляционный метод преломленных волн. Руководство для инженеров-сейсморазведчиков. М.: изд-во АН СССР. 1952. 240 с.
- Григорий Александрович Гамбурцев. Воспоминания, очерки, статьи. М.: ОИФЗ РАН. 1998. 257 с.
- Григорий Александрович Гамбурцев. Материалы к биобиблиографии ученых СССР. М.: Наука. 1988. 64 с.
- Достижения и проблемы современной геофизики. М.: ИФЗ АН СССР. 248 с.
- Иванов А.Г.* Физика в разведке земных недр. М.: Недра. 1971. 200 с.
- Исследования литосферы в работах петербургских геофизиков (развитие идей академика Гамбурцева). Санкт-Петербург: ВИРГ-Рудгеофизика – ВНИИОкеангеология. 2003. 224 с.
- Научное наследие Г.А. Гамбурцева и современная геофизика. М.: ОИФЗ РАН. 2003. 380 с.
- Развитие идей Г.А. Гамбурцева в геофизике. М.: Наука. 1982. С. 320 с.
- Ризниченко Ю.В.Г.А.* Гамбурцев и сейсмология // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. № 2. 1975. С. 4–8

## Grigory Aleksandrovich Gamburtsev: a Person and a Scientist

A. G. Gamburtsev<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, 123242 Russia*

Received April 19, 2018

The paper is devoted to the outstanding scientist, academician Grigory Aleksandrovich Gamburtsev, a pioneer in creating seismic methods for mineral prospecting and exploration in the USSR, a founder of the scientific schools and research directions, a theorist and experimentalist.

*Keywords:* Grigory Aleksandrovich Gamburtsev, geophysics, USSR scientific schools, seismic methods