

Геология

УДК 552.08:53 (03)

Г. М. АВЧЯН, Г. В. МАРКОСЯН, Г. Г. МАРКОСЯН,
С. Р. ОГАНЕСЯН

ВЛИЯНИЕ ПАЛЕОМАГНИТНОЙ СЛОИСТОСТИ
И ЛАБОРАТОРНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ
НА РАЗРУШЕНИЕ ПОРОД

Экспериментально показано влияние как палеомагнитной слоистости, так и внешнего магнитного поля на направление разрушения пород. Разрушение идет по палеомагнитной слоистости (Г. М. Авчян и др.) с «притягиванием» этого направления в сторону внешнего магнитного поля. Эффект «притягивания», который объясняется механизмом разрушения, рассмотрен в работах Г. М. Геокчакяна с позиции распределения квантово-механических сил.

Согласно М. Г. Геокчакяну [1, 2] разрушение—это явление необратимого нарушения связей между системами микрочастиц, связанных силами электромагнитной природы. Степень прочности и характер разрушения геологического объекта зависят также от направления и величины естественного и искусственного магнитных (электромагнитных) полей. «Увеличение» разрушения происходит по направлению геомагнитного меридиана или преобладающего направления силовых линий действующих полей.

Нами же было высказано предположение [3—6], что направление разрушения горных пород предопределяется не только направлением современного естественного или искусственного поля, но и геомагнитным полем эпохи образования пород, приводящим к формированию их структуры, относительному пространственному расположению частиц, распределению внутренних напряжений и т. д. Под действием древнего геомагнитного поля образуются слои, параллельно которым в дальнейшем происходит разрушение пород, если направление приложенной силы относительно слоистости составляет менее 45° [6].

В осадочных породах эта слоистость обусловлена относительным расположением зерен, а в магматических породах—анизотропией распределения внутреннего напряжения, вызванной направленной магнитострикцией ферро- и ферритмагнитных частиц при первичном намагничивании в процессе остывания и кристаллизации магмы. Экспериментальная проверка прогноза направления разрушения сплошности пород при объемно-напряженном состоянии с позиции наличия в породе палеомагнитной слоистости была проведена на различных породах [3, 6]. При этом подтвердилась справедливость предположения о наличии в породах слоистости, связанной с направлением древнего геомагнитного поля. Для 61 образца из 66 угол между направлением разрушения и азимутом древнего геомагнитного поля в плоскости внедрения штампа составил 88° [3], т. е. разрушение происходило по гравимагнитной слоистости, направленной под углом 90° относительно древнего геомагнитного поля. Аналогичные результаты были получены и при ана-

лизе палеотектонических и палеомагнитных данных по территории Армянской и Азербайджанской ССР. Была изучена вероятная связь между осями простираения геологических структур и направлением магнитного поля Земли времени их заложения. В большинстве случаев они составляют угол в среднем $90 \pm 10^\circ$ [4, 5].

Дальнейший теоретический анализ с последующим сопоставлением его с экспериментальными результатами по разрушению пород различного состава и возраста показал, что разрушение идет параллельно палеомагнитной слоистости. Из 52 образцов для 42 прогноз направления разрушения с позиции палеомагнитной слоистости был уверенным, т. е. отклонение от теоретически рассчитанного направления не превышало $\pm 15^\circ$ [6].

Таким образом, имеются два предположения о направлении разрушения пород. Согласно первому—в соответствии с распределением по объему тела квантово-механических сил и трансформации энергии разрушение идет параллельно направлению магнитного поля, в котором находится тело в момент разрушения, а согласно второму—разрушение идет параллельно палеомагнитной слоистости пород, возникающей вследствие ориентирующего действия магнитного поля Земли эпохи их образования, т. е. направление разрушения связано с внутренним строением породы.

С целью проверки высказанных предположений экспериментально была изучена зависимость направления разрушения (НР) от ориентации образца в лабораторном магнитном поле. Испытанию подвергались палеогеновые фельзиты из Ноемберянского района Арм. ССР, базальты четвертичного возраста Аждаак-Сарисурбского лавового потока (вблизи Гарнийской геофизической обсерватории ИГИС), четвертичные базальты из окрестностей г. Степанавана и четвертичные туфы еревано-ленинканского типа.

Из 4-х блоков фельзитов было изготовлено по 10—12 образцов кубической формы с сохранением общей ориентировки относительно друг друга. Некоторое условное направление на образцах из одного блока было принято за ось x . Это направление совмещалось при разрушении или с направлением современного магнитного меридиана или с направлением, перпендикулярным меридиану. В отдельных случаях ось x была направлена под углом 45° относительно магнитного меридиана. Разрушение проводилось в лаборатории петрофизики кафедры геофизики ЕГУ путем внедрения цилиндрического штампа ($d=5$ мм) по методу Л. А. Шрейнера [7] и на специальной установке, изготовленной в Институте геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм. ССР. Здесь разрушение проводилось под действием сосредоточенной силы, приложенной к цилиндрической пластинке горной породы диаметром 190 мм, толщиной 10 мм, установленной на специальных кольцевых опорах.

Фельзит Ф-4-1. Для 8 образцов ось x была направлена по магнитному меридиану, для 6 образцов—перпендикулярно и для одного образца—под углом 45° . Для первой серии образцов азимут линии разрушений относительно оси x составил в среднем -4° , $+176^\circ$ (рис. 1, Iа), для второй (рис. 1, Iб) серии -21° , $+168^\circ$. При расположении образца под углом 45° разрушение произошло по направлению -10° , $+170^\circ$.

Из этих данных следует, что магистральная трещина для всех образцов из одного блока идет по определенному направлению относительно оси x , и как бы образец не вращали относительно современного магнитного поля, азимут разрушения относительно координат породы почти не изменяется. Направление разрушения связано с самой породой, а не направлением внешнего магнитного поля. Однако нельзя не

заметить и определенный поворот направления разрушения пород при изменении ориентировки относительно x . Если в первом случае имели азимут максимального отклонения от оси -10° , то во втором случае направление разрушения «отходило» от оси x до -35° .

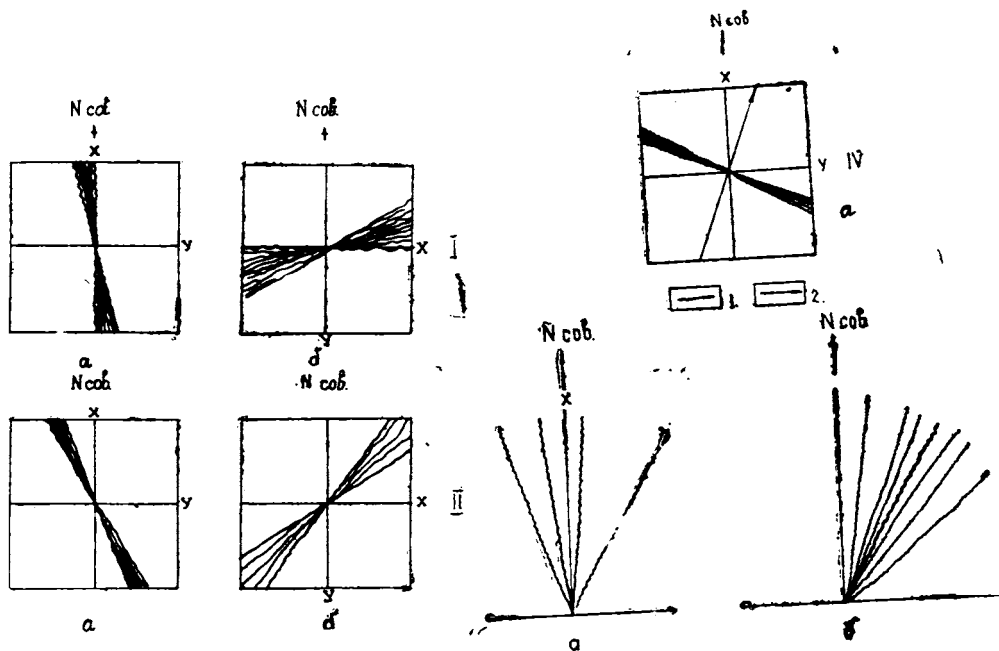


Рис. 1. Линии разрушения фельзитов при различных ориентировках относительно современного магнитного меридиана. I—Фельзиты Ф-4-1; II—фельзиты Ф-1-1; III—фельзиты Ф-4-4; IV—фельзиты «серые». Ось x направлена по $N_{сов.}$ (а) перпендикулярно $N_{сов.}$ (б). 1—линии разрушения; 2—направление намагниченности.

Фельзит 1—1—1. Было изготовлено из блока 12 образцов: из них 9—установлено условной осью x параллельно магнитному меридиану, а три—перпендикулярно. Для первой серии образцов среднее значение азимута разрушения равно $-20^\circ \div +15^\circ$ (рис. 1, II а), а для второй серии (рис. 1, II б) $-45^\circ \div +135^\circ$. Для этих образцов так же, как и для фельзита Ф-4-1, направление разрушения «связано» с породой и при повороте образца на 90° изменяется незначительно. Здесь также наблюдается «притягивание» трещин в сторону $N_{сов.}$.

Фельзит Ф-4-4. Было изготовлено 11 образцов: четыре—при разрушении условной осью x были установлены параллельно $N_{сов.}$, а 7—перпендикулярно (рис. 1, III а, б). Здесь наблюдается явное «притягивание» линий разрушения к $N_{сов.}$. В отличие от предыдущих случаев при вращении образцов на 90° линии разрушения смещаются в сторону условной оси x , однако оставаясь ближе к направлению современного магнитного меридиана, чем к оси x .

Фельзиты «серые». Изготовлено 9 образцов. Все они были разрушены в одинаковом положении—ось x направлена по магнитному меридиану. Среднее значение азимута составляло (рис. 1, II) $-60^\circ \div +116^\circ$. Для этой серии образцов измерялось также значение азимута остаточной намагниченности относительно условной оси x . Азимут $D = +14^\circ$, т. е. у «серых» фельзитов направление разрушения относительно направления намагниченности составило $-74^\circ \div +102^\circ$.

Из анализа 4-х серий образцов следует, что разрушение идет по определенному направлению. При вращении образца на 90° направле-

ние разрушения также соответственно поворачивается на 90° с отставанием в сторону геомагнитного меридиана.

Такая же картина наблюдалась при изучении керна из фельзитов (Ноемберьянский район). Всего было изготовлено 18 образцов цилиндрической формы диаметром 90 мм и высотой 40 мм. Шесть из них были установлены условной осью x перпендикулярно современному магнитному меридиану, 3—параллельно, а остальные—установлены произвольно. Несмотря на произвольную ориентировку, для всех образцов линии разрушения находились в II—IV ($+x-y$), ($-x$; $+y$) квадрантах круга (рис. 2а). Среднее значение азимута -41° — $+133^\circ$. Для тех образцов, у которых ось x была направлена по магнитному меридиану или перпендикулярно меридиану, линии разрушения опять находились в III квадранте. Однако эти линии располагались ближе к той оси, которая была направлена по магнитному меридиану.

На рис. 2б стрелками указаны направления условной оси x , которая была установлена во время эксперимента по магнитному меридиану. Создается впечатление, что магистральная трещина как бы «притягивается» к направлению магнитного меридиана.

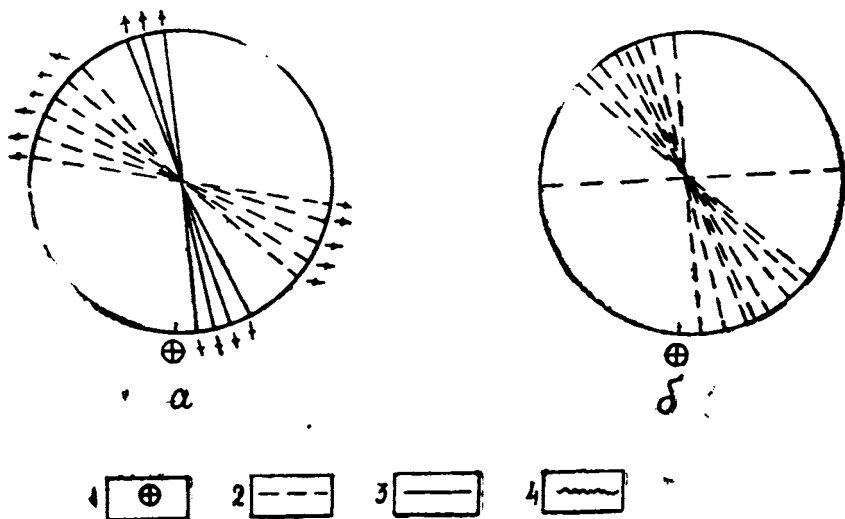


Рис. 2. Линии разрушения фельзитов (керна) при различных ориентировках относительно магнитного меридиана $N_{сов}$. Стрелкой указано направление геомагнитного поля при разрушении образца. 1—знак условной ориентировки керна; 2—линии разрушения при ориентировке условного знака перпендикулярно направлению магнитного поля; 3—линии разрушения при ориентировке условного знака по магнитному полю; 4—при ориентировке под углом 45° относительно магнитного поля. а—при заданной ориентировке; б—при произвольной ориентировке образца относительно магнитного меридиана.

При разрушении степанаванских базальтов, изготовленных из керна, направление разрушения относительно направления остаточной намагниченности составляет угол 90° (рис. 3). Здесь также стрелками указаны направления лабораторного магнитного поля во время эксперимента. Для 4-х образцов, как будто, снова наблюдается «притягивание» внешнего магнитного поля, тогда как для 3-х образцов внешнее магнитное поле существенного влияния не оказывает.

Аналогичные результаты были получены при испытании базальтов и туфов на установке ИГИС.

Пластинки цилиндрической формы изготавливались двух видов—«горизонтальные» и «вертикальные». Плоскости оснований цилиндрических

пластинок «вертикального» среза были параллельны в вертикальной плоскости направлению современного геомагнитного поля по месту отбора блоков, а «горизонтальных» пластинок—земной поверхности. Для базальтов плоскости оснований цилиндрических пластинок были перпендикулярны оси керна. При разрушении пластинок образцы нагружались циклично (4 или 5 раз), при этом каждый раз увеличивался верхний предел нагрузки. При последнем цикле образцы оставались под нагрузкой до разрушения. Базальты разрушались через 60—90 мин. после приложения верхнего предела нагрузки, а туфы—через 3—5 мин. При этом у базальтов Аждаак—Сарисурбского потока наблюдаются гладкие трещины по прямой, а у туфов они искривлялись. Направления трещин при разрушении приведены на рис. 4 и 5.

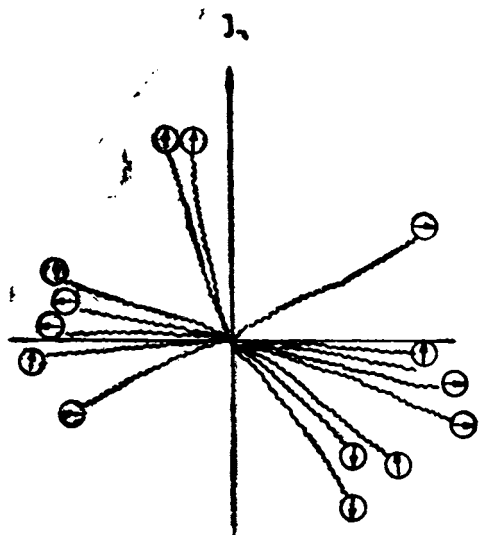


Рис. 3. Линии разрушения Степанаванского базальта при ориентировке относительно J_r . Стрелкой указано направление геомагнитного поля при разрушении образца.

У «горизонтальных» туфов трещины возникли по трем направлениям. Если сопоставить направления линий разрушения с направлением современного поля на месте разрушения пластинки

(рис. 4), то увидим, что все образцы разрушались по направлениям, не совпадающим с $N_{сов.}$, т. е. так же, как и для фельзитов Ф-4-4, Ф-1-1.

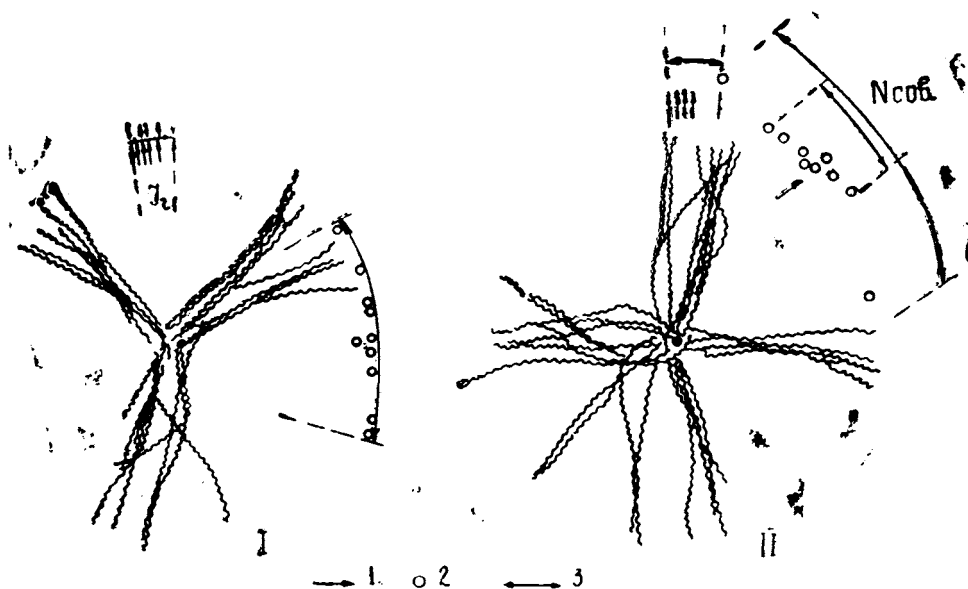


Рис. 4. Линии разрушения четвертичных туфов Лениканского типа относительно $N_{сов.}$ («горизонтальные»—пластинки). I—«горизонтальные» пластинки, II—«вертикальные» пластинки: а) относительно $N_{сов.}$ б) относительно J_r . 1—направление остаточной намагниченности; 2—направление современного магнитного поля; 3—диапазон кучности распределения направлений J_r и $N_{сов.}$

Направление лабораторного магнитного поля существенного влияния на азимут возникающей трещины не оказывает.

На первый взгляд эти направления как будто являются случайными и какой-либо закономерности в характере их направленности нет. Между тем если линии разрушения, имеющие форму «елочки», совмещать друг с другом и при этом отмечать направление современного поля на месте разрушения и направление намагниченности в плоскости разрушения, то получится конфигурация, приведенная на рис. 4б. Здесь видно, что направления J_r для всех образцов группируются в одном направлении с относительно высокой кучностью, тогда как направления $N_{сов.}$ имеют значительный разброс. Аналогичным образом располагаются направления J_r и $N_{сов.}$ для туфов «вертикального» среза (рис. 4, II). Однако в отличие от туфов «горизонтального» среза, где $J_r P$ (где P —направление разрушения) расположены относительно друг друга под углом 120° , для «вертикальных» туфов этот угол— 90° . Здесь также кучность линий разрушения относительно J_r больше, чем относительно $N_{сов.}$

Для базальтов при ориентировке направления J_r относительно $N_{сов.}$ от 0 до 90° существенных изменений направления разрушения не происходит. Трещины в основном ориентируются параллельно и перпендикулярно современному магнитному полю (рис. 5).

Анализ экспериментальных результатов приводит нас к заключению, что разрушение идет по двум направлениям—по палеомагнитной слоистости и по направлению современного геомагнитного поля. Направление разрушения определяется взаимной ориентированностью направления разрушающей силы, палеомагнитной слоистости и направления современного поля на месте разрушения.

Для осадочных пород разрушение главным образом идет по направлению гравимагнитных слоев, расположенных перпендикулярно [4], если угол γ между направлением разрушающей силы F и направлением J_r составляет более 45° . Если угол γ меньше 45° , то разрушение не может идти по этим слоям. Здесь основными направлениями разрушения могут быть магнитные слои [6]. Эти слои параллельны J_r , в связи с чем на поверхности (xy) линии разрушения могут иметь различные азимуты.

Для магматических пород гравимагнитные слои отсутствуют и разрушение идет только по магнитным слоям.

Исходя из изложенного легко интерпретировать экспериментальные результаты. Поскольку цилиндрические фельзиты и базальты четвертичного возраста имеют наклонение j , близкое к 60° , а разрушающая сила направлена перпендикулярно плоскости (xy), т. е. угол меньше 45° , то разрушение должно идти по магнитным слоям. Однако если среда изотропная или магнитная слоистость выражена слабо, то раз-

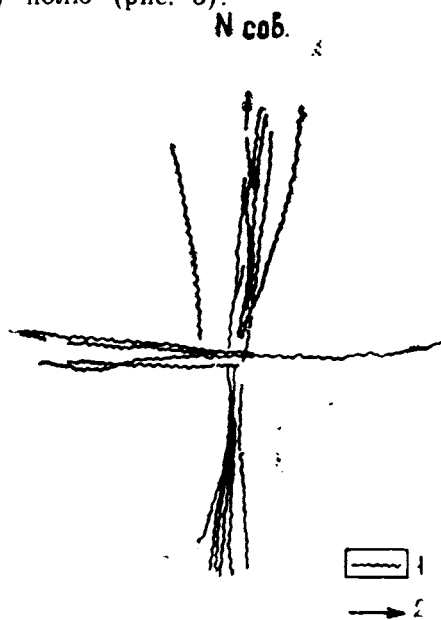


Рис. 5 Линии разрушения четвертичных базальтов Аждаак-Сарисурбского лавового потока. 1—линии разрушения; 2—направление современного магнитного поля.

рушение идет уже по современному магнитному полю в соответствии с механизмом взаимодействия квантово-механических сил, предложенным Г. М. Геокчакианом [8]. Если палеомагнитная слоистость выражена более четко, то разрушение идет по этим слоям.

Ереванский государственный университет,
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии: АН Арм. ССР

Поступила 24.12.1987

ЛИТЕРАТУРА

1. Геокчакиан М. Г. О влиянии размеров и конструкций зарядов взрывчатых веществ на эффект разрушения горных пород.—Изв. ВУЗ: Горный журнал, 1962, № 6.
2. Геокчакиан М. Г. Использование упругих волн для характеристики взрывного разрушения горных пород.—Науч. тр. НИГМИ. Ереван, 1971, в. IX.
3. Авчян Г. М., Маркосян Г. В. Прогноз направления разрушения пород.—Изв. АН Арм. ССР: Науки о Земле, 1987, т. X, № 1, с. 63—66.
4. Авчян Г. М., Маркосян Г. Г., Назаретян С. Н. Связь между направлением геомагнитного поля и геоструктур Армении в период их заложений.—Изв. АН Арм. ССР: Науки о Земле, 1986, № 6, с. 49—54.
5. Авчян Г. М., Исмаил-Заде Т. А., Маркосян Г. Г., Назаретян С. Н. Ориентировка осей ряда геоструктур территории Азербайджана по отношению геомагнитного поля периода их заложения.— Изв. АН Арм. ССР: Науки о Земле, 1986, № 4.
6. Авчян Г. М., Маркосян Г. В. Связь направления разрушения пород с палеомагнитной слоистостью.—Изв. АН Арм. ССР: Науки о Земле, 1988, № 3.
7. Шрейнер Л. А. и др. Механические и отредивные свойства горных пород. М.: Гостехиздат, 1958, с. 158.
8. Геокчакиан М. Г. Теоретические основы механизма и закономерности возникновения направленности геотектонических структур в электромагнитных полях Земли.— Изв. АН Арм. ССР: Науки о Земле, 1988, т. XLI, № 2, с. 50—56.

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում փորձնական ճանապարհով ցույց է տրված ինչպես հնամագինական շերտայնություն, այնպես էլ արտաքին մագնիսական դաշտի ազդեցությունները ապարների քայքայման ուղղության վրա:

Քայքայման ուղղությունը համընկնում է հնամագնիսական շերտայնության հետ (Հ. Մ. Ավչյան և ուրիշներ), այդ ուղղությունը «շեղվելով» ձգտում է դեպի արտաքին մագնիսական դաշտի ուղղությունը: «Շեղվելու» ձգտման այդ երևույթը բացատրվում է քայքայման մեխանիզմով ըստ քվանտ-մեխանիկական ուժերի բաշխման, որը ուսումնասիրված է Հ. Մ. Գեոկչակյանի աշխատանքներում:

Summary

The influence of poleomagnetic flakyness and the external magnetic fields has been shown experimentally on destrict rocks. The destriction goes through the poleomagnetic flakyness (H. M. Avchian and others) with "attraction" of that direction to the side of the external magnetic fields.

The effect of "attraction" which is explained by the mechanism of destriction is considered in the works of G. M. Geokchakian from the point of view of distribution of quanto-mechanical powers.