

КАМЧАТСКИЙ ОТДЕЛ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА СССР

И. Т. КИРСАНОВ.

**ПРОРЫВ ПОБОЧНЫХ КРАТЕРОВ ИМЕНИ Б. И. ПИЙПА
НА КЛЮЧЕВСКОМ ВУЛКАНЕ**

6 октября 1966 г. около 8 ч. утра, на северном склоне Ключевского вулкана на высоте, примерно 2000—2200 м над уровнем моря между ледниками Эрмана и Влодавца произошел прорыв побочных кратеров, который был назван именем выдающегося советского вулканолога Бориса Ивановича Пийпа.

Извержение побочных кратеров было замечено по небольшой струйке пара. Постепенно перемещаясь по склону, к 15 часам струйка превратилась в мощную темно-серого цвета эруптивную тучу высотой в 2,0—2,5 км, шлейф которой отклонялся к северо-востоку и прослеживался на расстоянии 10—15 км.

На северо-восточном склоне вулкана легла широкая полоса выпавшего пепла. К концу дня пункты взрывов отмечались уже на высоте 1800 м над уровнем моря. К этому времени в месте прорыва четко наблюдалось несколько стабильных центров извержения. Наиболее активно действовал второй сверху, из которого периодически происходили выбросы раскаленного материала. К 19 часам в нижней части прорыва образовался насыпной вал небольшой высоты, а с наступлением сумерек стали видны непрерывные фонтаны раскаленной лавы. До пос. Ключи периодически доносился гул взрывов. Примерно, к десяти часам вечера началось излияние лавового потока.

7 октября извержение побочных кратеров достигло своего максимума и на таком уровне держалось примерно до 22—23 октября 1966 г.

9 октября на трещине уже действовало 8 эксплозивных, а ниже них 2 эффузивно-эксплозивных и 1 лавовая бокка. Несколько позже после прекращения деятельности эксплозивных жерл в северо-восточном подножье шлакового конуса появилось еще несколько лавовых бокк, причем, некоторые из них действовали до конца извержения.

Извержение эксплозивных жерл

С 7 по 20 октября эксплозивные жерла находились в активной стадии извержения, причем, характер взрывов у них был самый различный.

Из 2-х верхних жерл с глухим рокотом поступала плотная клубящаяся масса пепла, песка, лапилли и вулканических бомб. Темные, обычно вертикальные султаны газов, нагруженные этим материалом, поднимались на высоту от 3,0 до 3,5 км и ветром отклонялись чаще всего к востоку и северо-востоку. В этом же направлении от прорыва отмечалось интенсивное выпадение пирокластического материала в виде густого дождя, причем, пепел и вулканический песок распространялись иногда до подножия хр. Кумроч и дальше, а более крупный — лапилли, вулканические бомбы, поднимались на высоту до 2 км и выпадали в радиусе от 0,5 до 1,5 км от центра извержения.

Остальные 5—6 эксплозивных жерл действовали периодически без

какой-либо определенной ритмичности. Изредка взрывы их происходили одновременно, чаще разрозненно. Характерным для этих жерл являлось то, что взрывы меняли свое направление от вертикального до косого ($60-80^\circ$). Вначале при сильных взрывах слышался резкий звук, напоминающий взятие звукового барьера реактивным самолетом, или же гаубичный выстрел. Затем появлялась плотная масса газов, нагруженная пеплом, вулканическим песком и бомбами, которая острым клином врезалась в небо и, быстро поднимаясь вверх, приобретала форму пинии, гриба атомного взрыва, часто расцвеченных раскаленными обломками пород и вулканическими бомбами. Высота подъема газов с пеплом и другим обломочным материалом достигала $1,5-2,0$, изредка 3 км. Крупные обломки и бомбы, опережая основную массу, иногда выбрасывались на такое же расстояние от центра взрыва. После выброса основной массы пирокластического материала в жерлах такого типа, отмечалось мощное выдувание вулканических газов, которое по своему характеру напоминало кратковременную работу сопла реактивного самолета.

Слабые взрывы обычно были чисто газовыми, изредка с небольшим количеством пепла. Высота подъема газового столба не превышала $0,8$ км. Интервалы между взрывами в этот период варьировали от 5 до 20 мин.

К концу октября активность всех эксплозивных жерл резко снизилась. Сильные взрывы происходили редко. Иногда отмечалось всего $1-2$ в сутки. Сосредоточивались они в основном в верхнем и нижнем жерлах. Высота подъема темных султанов, нагруженных пеплом, достигала $3,5-4$ км (Рис. 1). Энергия взрывов достигла 3×10^{16} эрг.

В начале ноября извержение эксплозивных кратеров прекратилось.

Извержение эксплозивно-эффузивного кратера

Эксплозивная деятельность. В результате активной деятельности эксплозивно-эффузивных жерл в нижней части прорыва

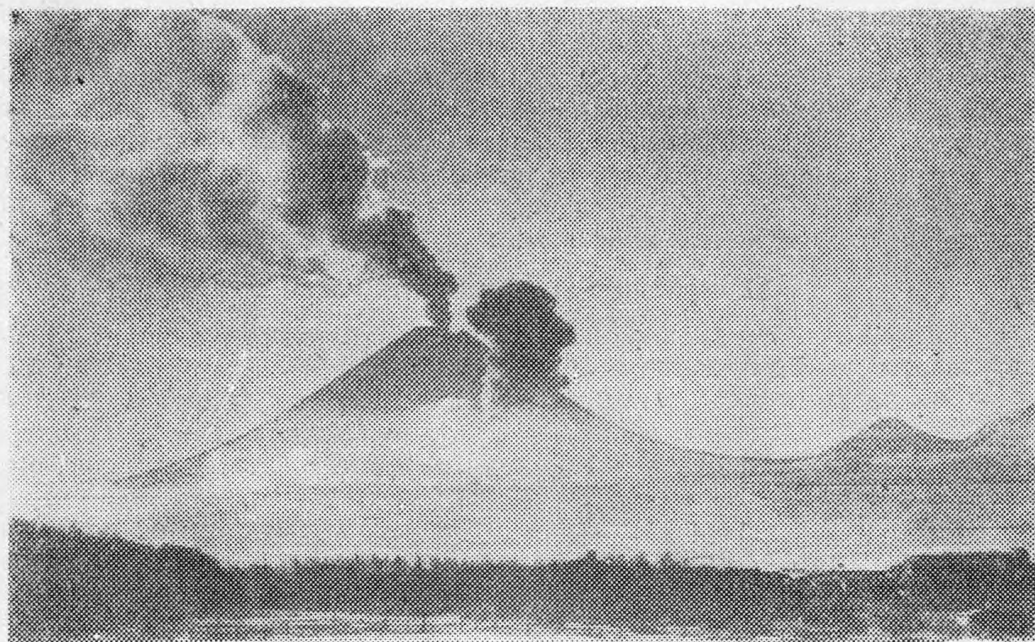


Рис. 1. Сильные взрывы в эксплозивных кратерах прорыва в начале ноября 1966 г

Фото И. Т. Кирсанова.

уже к 9 октября образовался невысокий шлаковый конус с кратером на вершине. Кратер был вытянут и открыт в северном направлении.

В первые дни извержения на дне его отмечалось два жерла, расположенных в западной и юго-восточной его частях. Жерла находились на линии основной трещины, в 25—30 м друг от друга. Диаметр западного достигал 15—20 м, юго-восточного — 8—10 м. Деятельность их проявлялась в непрерывных взрывах с выбросом пластичного лавового материала на дно кратера и склоны конуса. Частота взрывов в первое время достигала 85—90 взрывов/мин. Угол наклона их часто менялся от вертикального до косого. Это отражалось на скорости роста отдельных частей шлакового конуса. Каждое жерло работало самостоятельно. Взрывы в западном были в 2—3 раза сильнее, чем в юго-восточном. Фонтаны раскаленной лавы здесь выбрасывались на высоту 300—400 м. Отдельные бомбы достигали высоты 800—1000 м. В фонтанах постоянно наблюдались пластичные куски лавы, которые растягивались в воздухе, рвалились на отдельные клочья.

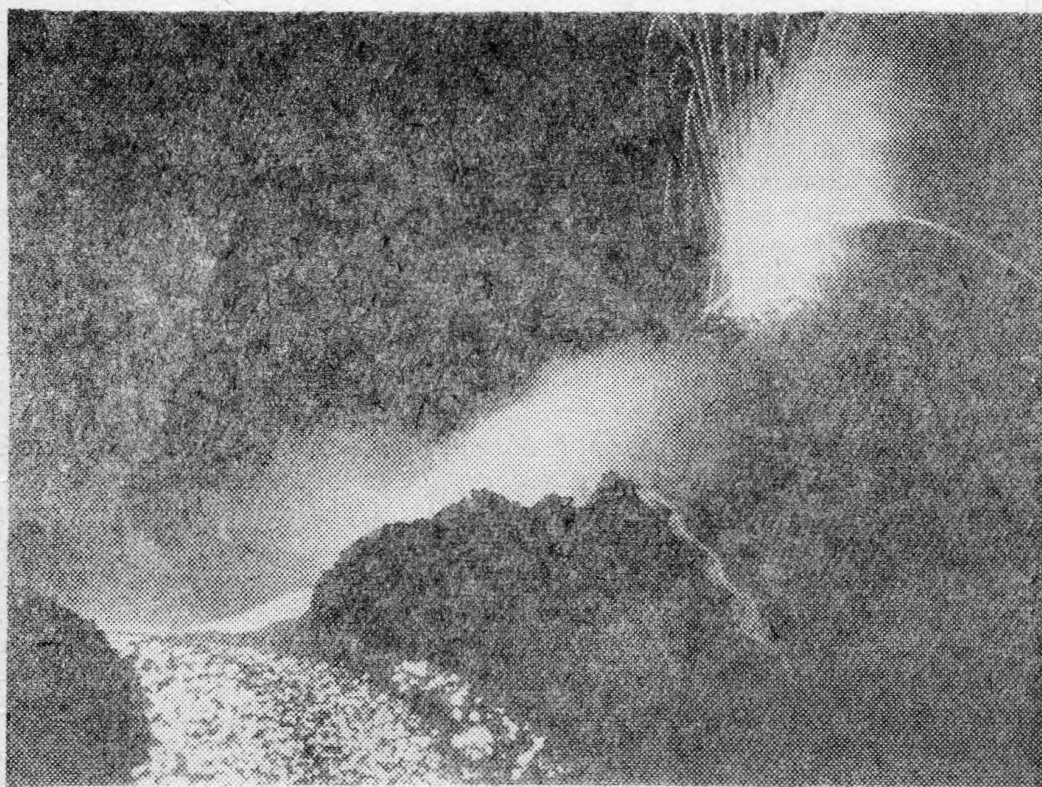


Рис 2. Деятельность западного жерла в нижнем эксплозивно-эффузивном кратере. В левом углу исток лавового потока.

Фото М. С. Попова.

В нижней части фонтанов температура лавы в первые дни извержения по соломенному, иногда белому цвету была определена в 1100—1150°, несколько позже, пирометром была получена величина в 1050°.

В конце октября и первой половине ноября активность жерл резко снизилась. В юго-восточном в начале отмечалось 3—5 взрывов в сутки, затем деятельность его полностью прекратилась. В западном — отмечалось 20—25 взр./мин. (рис. 2). Значительно уменьшилась расплываемость лавового материала. Вместо фонтанов отмечались мощные всплески, которые часто сменялись газовой продувкой. В выбросах появился пенный материал.

Вторая половина ноября характеризовалась резким повышением активности explosивного жерла, фактически сгавшего кратером шлакового конуса. С 16 ноября в кратере частота взрывов увеличилась до 30 взр./мин. Лавовые выбросы часто сменялись пепловыми, причем, взрывы были иногда настолько сильными, что напоминали деятельность верхних explosивных воронок. В этот период у северо-восточного подножия конуса появилось несколько лавовых бокк, в которых периодически наблюдались взрывы, сопровождаемые фонтанами раскаленной лавы. Вначале фонтанирование в бокках появлялось через 0,5—1,5 часа, затем интервал между ними значительно увеличился. В некоторых бокках периодически, вместо фонтанов, наблюдались мощные всплески, причем, лава имела красновато-розовый цвет. В деятельности бокк и explosивного кратера наблюдалась четкая связь. Перед фонтанированием бокк, резко снижалась активность explosивного кратера, и, наоборот, после фонтанирования нарастала.

В начале декабря explosивная активность на прорыве заметно уменьшилась и к 15 числу полностью прекратилась. Шлаковый конус совершенно черный до 1 декабря, к 3 декабря почти полностью, кроме самой верхней кромки, был покрыт снегом.

Эффузивная деятельность. С начала извержения побочных кратеров основным источником излияния лавы являлись, по-видимому, на короткий период юго-восточное жерло, постоянно западное и лавовая бокка, расположенная в северной открытой части кратера.

Из двух верхних бокк, наряду с фонтанированием раскаленного и пластичного материала, наблюдалось непрерывное излияние жидкой лавы, которая вытекала из открытой части кратера и сформировала поток шириной 0,3—0,8 км, мощностью 3—5 м. Последний к 9 октября спустился в долину р. Киргурич и прошел около 5 км. Лавовый поток продвигался широким фронтом, бортовые валы только начали формироваться у его истоков.

Существование нижней лавовой бокки, практически расположенной в русле истока лавового потска, в первое время определялось по выжиманию застывшей, но еще раскаленной лавы. Обычно, на поверхности потока примерно в 10—15 м ниже западного жерла, периодически появлялись крупные глыбы и целые блоки пород, которые одновременно с ростом в высоту, постепенно разваливались и медленно плыли вниз, значительно отставая от основной массы излившейся лавы. Иногда они перегораживали русло и лава начинала давать боковые ответвления, перекрывая бортовые валы ранних порций. Уровень лавы в основном потоке заметно понижался. Такого типа блоки изредка отмечались 11, 12, 13 и значительно чаще после 14 октября.

К 13 октября высота бортовых валов у прорыва достигла 8—20 м. Поверхность потока была сравнительно ровной, покрыта плоскими шлаковидными глыбами и на значительном расстоянии раскалена до красного свечения. Скорость продвижения ее менялась от 500 до 800 м/час.

14 октября примерно в 200—250 м от истока, на поверхности лавового потока, появились и начали лопаться газовые пузыри. Это явление и активизация explosий в жерлах, свидетельствовали о поступлении более газонасыщенной лавы. 17 октября излияние лавы из бокк приобрело пульсирующий характер, что фиксировалось по изменению уровня лавы в потоке, который к этому времени почти на всем протяжении уже выработал русло с высокими бортовыми валами. Скорость движения лавы также не оставалась постоянной, меняясь от 150 до 500

м/час. В это же время в восточной части потока появилось много ответвлений, которые соединяясь с основным руслом, значительно увеличивали его ширину.

В конце октября излияние лавы из западного жерла прекратилось и у северного подножия шлакового конуса четко обозначилась лавовая бокка диаметров 3—5 м. Из нее спокойно, без пульсаций вытекала лава красновато-желтого цвета ($+1000^{\circ}$), которая по постепенно расширяющемуся руслу стекала вниз со скоростью 600 м/час.

Примерно в 250 м от истока этот поток разделялся на два рукава. Ширина каждого равнялась 15—20 м. Течение лавы было спокойным, ламинарным. Отчетливо была видна разница в скорости движения лавы. Максимальная в осевой, минимальная — краевой частях потока.

В первой половине ноября на северо-восточном склоне и у подножия шлакового конуса было отмечено 3 новых лавовых бокки. Верхние две представляли собой небольшие воронки, из которых периодически изливалась лава, и здесь же растекалась в виде лавовых потоков небольшой мощности (1,0 м), иногда изометричной формы площадью в 2,0—2,5 км². Нижняя лавовая бокка, из которой вытекал лавовый поток, имела вид небольшой ниши, образованной стенками желоба, покрытого коркой застывшей лавы. Периодически место излияния лавы перемещалось ниже на 15—20 м, причем, четко наблюдалась пульсация лавы, которая фиксировалась по изменению уровня ее в желобе.

С 16 ноября с усилением извержения значительно активизировалась деятельность бокк. Нижняя, наиболее активная в прошлом, в первые моменты была затоплена лавой, излившейся из средней и верхней. Деятельность ее, как и в начале извержения, проявлялась в выжимании обелисков вязкой лавы, высота которых иногда достигала 7—8 м. В верхней и средней бокках излияние лавы сопровождалось активным фонтанированием и всплесками. В таком состоянии бокки находились до первой половины декабря.

Во второй половине декабря излияние лавы происходило только из нижней бокки, которая постепенно перемещалась вниз, уменьшаясь в размерах. Температура лавы в бокках в этот период колебалась в пределах $950-1000^{\circ}$. Скорость движения — от 30 до 150 м/час.

25—26 декабря излияние лавы из нижней части трещины прорыва прекратилось и извержение побочных кратеров закончилось.

В процессе всего извержения характер и скорость движения фронта лавового потока существенно менялись.

Как было сказано выше, уже к 9 ноября лавовый поток прошел расстояние в 5 км. В эти дни поток еще не выработал русла и лава, постепенно заполняя долину реки широким фронтом, поступала вперед и в стороны.

К 13 октября поток прошел еще 1,5 км вниз по долине. В фронтальной части ширина его достигала 250 м, мощность 2—5 м, скорость движения — 8—10 м/час, в бокковых частях — 2—3 м/час. Температура лавы в пластичных разностях при ярко-оранжевом свечении колебалась в пределах $1000-1025^{\circ}$, на отдельных участках снижалась до 950° .

14 октября лавовый поток достиг пологой части долины р. Киргурич и мощность его стала резко увеличиваться, достигая в отдельных местах 20—30 м. Продвижение фронтальной части приобрело следующий характер. Вначале узкий язык покрывал осевую часть долины, затем на пологом участке поток притормаживался, заполняя все понижения, и вновь начинал продвигаться вперед. На крутых участках отмечались лавопады.

В конце октября фронт потока достиг узкой части долины р. Киргурич (800 м над уровнем моря, выше кратера Подкова) и стал заполнять ее. Мощность его достигала 10 м; скорость продвижения 7 м/час.

После усиления извержения, произошедшего 16 ноября, основная часть лавы, вытекающей из бокк, двумя рукавами прошла восточнее предыдущей порции, значительно увеличив ширину потока. В начале первого цикла лавы, особенно в верхней части, давала довольно много ответвлений, которые впоследствии соединились с основным потоком, образовав единую поверхность его.

К 21 ноября лавовый поток подошел к окончанию моренных холмов. К 3 декабря фронт лавового потока спустился до шлакового конуса перед кратером Подкова. Встретив препятствие в виде старого лавового потока, излившегося из кратера Белянкина, основная часть восточного рукава широким фронтом стала продвигаться к северо-востоку, постепенно заполняя ровную площадку, расположенную ниже моренных холмов. Скорость продвижения лавового потока в основном русле равнялась 5—6 м/час., в бокковых до 3 м/сутки. Мощность его здесь достигала 15—20 м, в центральной части она была значительно больше.

Уже в первой половине декабря фронт лавового потока второй порции полностью перекрыл первую и узким языком медленно спускался вниз по долине р. Киргурич. Последние порции лавы, изливающиеся

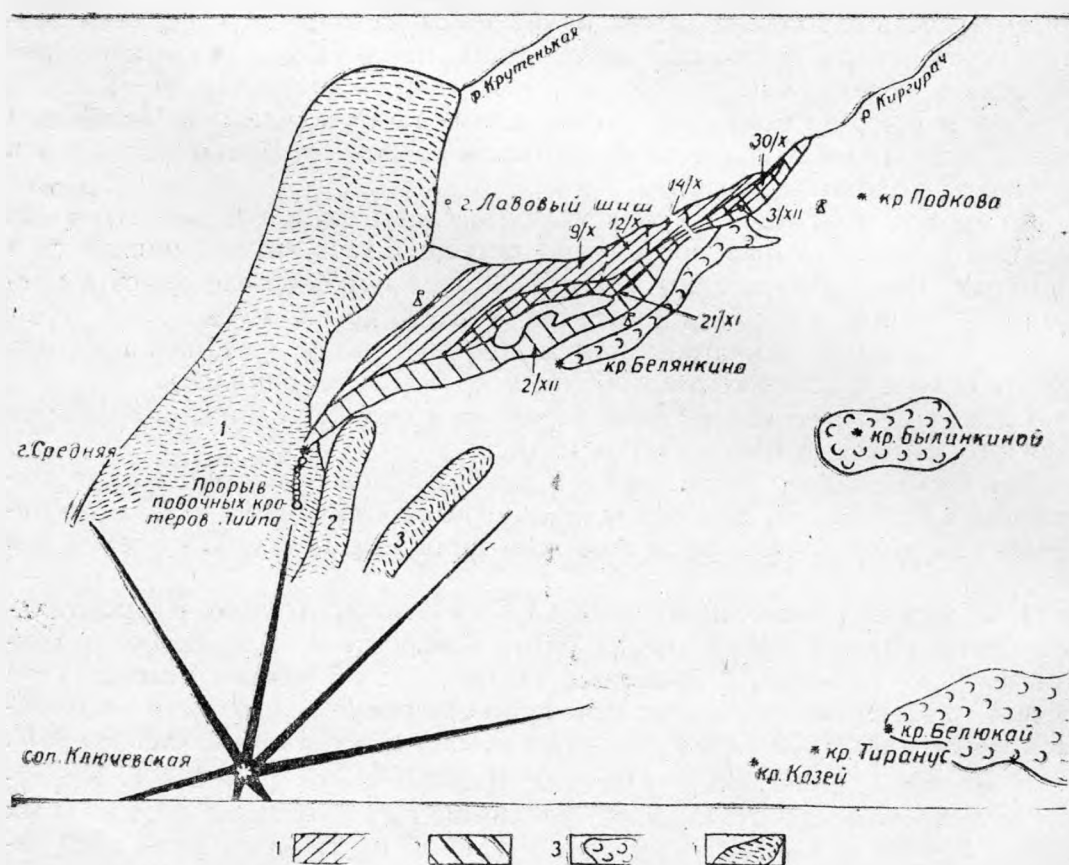


Рис. 3. Схематический план расположения прорыва побочных кратеров и лавового потока: 1. Первая порция лавы, излившейся из прорыва. 2. Вторая порция, излившаяся после усиления извержения. 3. Шлаковые конуса и лавовые потоки предыдущих извержений. 4. Ледники: 1 — Эрмана; 2 — Влодавца; 3 — Сопочный.

ис бокк, уже не доходили до конца потока и застывали в средней его части, постепенно наращивая мощность.

К 5 января продвижение потока в его истоке и фронтальной части полностью прекратилось и поверхность в большей своей части покрылась снегом.

Из вышеизложенного и собранного материала в результате изучения извержения следует отметить следующие основные моменты.

1. Прорыв побочных кратеров Б. И. Пийпа произошел по радиальной трещине субмеридионального простираения с поворотом в северном конусе на северо-восток.

2. В процессе извержения в верхней части трещины активно проявлялся взрывной характер деятельности, в нижней взрывно-эффузивной, что подчеркивало единство подводящего канала для всех действовавших жерл.

3. В результате извержения на склоне вулкана образовалось 8 взрывных воронок диаметром от 50 до 200 м, шлаковый конус высотой 80 м с кратером на вершине и несколькими лавовыми бокками в северо-восточном подножье, из которых излился лавовый поток длиной в 10 км, шириной 0,3—2,0 км и мощностью от 3 до 30 м (рис. 3).

4. Продукты взрывной деятельности побочных кратеров представлены вулканическими бомбами различной формы, шлаками, угловатыми обломками, лапилли, вулканическим песком и пеплом андезитобазальтового состава. Общий объем обломочного материала, выброшенного во время извержения, составляет 0,01 км³.

5. Продукты эффузивной деятельности представлены пористыми, шлаковидными и плотными разностями андезитобазальтов с содержанием SiO₂ до 52,4%. Общий объем излившейся лавы составляет около 0,1 км³.

6. В первые моменты, несмотря на активные взрывы в верхних взрывных кратерах, лава была сильно обеднена газами. В водных вытяжках из пеплов и атмосферных осадках наблюдалось преобладание иона Се или С₁+Г. Через 9—12 дней извержения во всех пробах, в том числе и фумаролах потока стал преобладать ион СО₂.

7. Извержение побочных кратеров 1966 года как и в предыдущие годы, предварялось и сопровождалось сейсмическими, магнитными, электрическими и другими явлениями.

ЛИТЕРАТУРА

Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом. Труды лабор. вулк., вып. 11, М., 1956.

Пийп Б. И. Особенности извержений Ключевской сопки. Труды лабор. вулк., № 13, 1958.

Токарев П. И. Извержения и сейсмический режим Ключевской группы вулканов. Изд. «Наука», 1966.