

УДК 553.78:536.7(470.57)

Термодинамика геотермального очага горы Янгантау

Хурамшин Иштимер Шагалиевич, к.м.н. врач-невролог
Республиканский центр народной медицины и апитерапии
Государственное бюджетное учреждение Башкирский научно-исследовательский центр
по пчеловодству и апитерапииб г.Уфа

Аннотация. Курорт Янган-Тау относится к разряду уникальных лечебниц. Его уникальность определяется очень редким геотермальным процессом, происходящим в недрах горы Янгантау. После целенаправленного изучения этого процесса было определено, что в ее недрах происходит термоокислительная деструкция органической массы битуминозных сланцев (термолиз) с формированием открытой термодинамической системы. Однако лабораторией этого курорта выявлен факт медленной, но прогрессирующей депрессии температуры на 0,5–1,0°С ежегодно за последние 30–35 лет. Учитывая данное обстоятельство, появилась необходимость проанализировать температурный режим с самого начала появления геотермального процесса, то есть с 1758 года. На основании результатов исследований проведенные ещё П.С.Палласом в 1770 году и других учёных в последующие годы, заканчивая собственными данными, получены очень интересные факты. Установлены причины высокой температуры в ранние сроки с возможным выплавлением большого куска чугуна слитка весом около 4-ёх тонн в это время, считавшегося до сих пор метеоритом. Затем учёными обнаружено довольно быстрое снижение температуры, а в последующие годы относительную стабилизацию температурного режима. Учитывая все эти данные, составлен график температурного режима геотермального очага горы Янгантау за все годы существования этого природного реактора. Полученная кривая позволяет делить динамику этого процесса на 4 фазы, которые более полно объясняют все описанные наблюдения за весь период наблюдения (более 250 лет). Динамика температурного режима геотермального очага горы Янгантау формировавшегося в результате термолиза органической массы битуминозных сланцев в виде природного реактора с образованием устойчивой диссипативной системы показывает на естественную эволюцию термодинамических систем.

Ключевые слова: гора Янгантау, битуминозные сланцы, геотермальный процесс, температурный режим, термодинамическая система, термолиз.

Annotation. Geothermal process going on in the bowels of the Yangan Tau mountain is a unique phenomenon. In a result of this process exuded a steam-gas thermal mixture which is a high effective medical factor in the treatment of locomotor system, kidneys, urinary system and others. It's known that in 1758 a mountainside was taken fire by a lighting stroke and then went on as a fire flooding of oil shales. Nevertheless there were proposed lots of hypothesis concerning the nature of the geothermal process. And in 1990 there were obtained true data about gradual temperature depression of the geothermal center. After a closer examination of the geothermal process in the Yangan Tau mountain there were determined a thermo-oxidative degradation (thermolysis) of oil shales' organic matter with an open thermodynamic system. However the question about makeup with light hydrocarbons (methane, ethane) geothermal center remains open. There were expressed some assumptions regarding this question. In this article the author came out with a suggestion that makeup could be shale gas from deep beneath the surface.

This assertion essentially explains activity of thermo-oxidative degradation of organic matter of oil shales in the interior of the Yangan Tau mountain.

Keywords: the Yangan Tau mountain, geothermal center, oil shales, shale gas.

Введение. Уникальность курорта Янган-Тау обусловлена не столько высокой эффективностью его лечебных факторов — парогазотермальных ванн и минерального источника «Кургазак», сколько редчайшей формой формирования этих факторов в виде геотермального процесса в недрах горы Янгантау. Углубленное изучение этого феномена в конце 1990-х — начале 2000-х годов привело к определению истинной причины этого явления. Было установлено, что в недрах горы Янгантау происходит термоокислительная деструкция (термолиз) органической массы битуминозных сланцев в виде внутрипластового горения с формированием открытой термодинамической системы. Недра этой горы имеют несколько пластов битуминозных сланцев, где процессу термолиза подвергаются только верхние два из них, самый верхний — находящейся всего на глубине 20-30м. от вершины горы и средний - расположенный 70-90 м. от вершины и 70-80м. от подножия этой горы, то есть от уровня реки Юрюзань а нижние пласты,

являющиеся более объемными, этому процессу не подвергаются.

Материал и методы. Целенаправленное изучение температурного режима геотермального процесса в недрах этой горы в 1998–2015 гг. способствовало обнаружение постепенного снижения температуры в лечебных кабинках на 0,5–1,0°С ежегодно за последние 30–35 лет. До 1980 года постоянного мониторинга температуры в кабинках и скважинах термального очага не проводилось.

Таким образом, нам известна конкретная динамика температурного режима геотермального очага за последние 30–35 лет. По данным лаборатории курорта Янган-Тау, температурная кривая за эти годы медленно, но неуклонно снижается ежегодно на 0,5–1,0°С. О динамике температурного режима после появления геотермального процесса в недрах горы Янгантау, то есть с 1758 года, в первые и последующие годы то есть до 1980 года, можно сделать вывод только по историческим данным и исследованиям ученых за это время.

Изучая исторический аспект данного вопроса, мы обратили внимание на слова П.С. Палласа (1773), первого русского академика, посетившего в 1770 году Урал и, в частности, современную территорию Салаватского района Республики Башкортостан, где находится гора Янгантау где он пишет: «...из открытых расщелин поднимается беспрестанно тонкий противу солнца дрожащий жаркий пар, к которому рукою прикоснуться невозможно: выброшенная туда березовая кора или сухие щепки в одну минуту загорелись пламенем; в непогоду и темные ночи кажется он тонким красным пламенем или огненным паром на несколько аршин вышиною». Он также пишет: «...из сих трех горы отделений, действительно горящих, южное всех выше, и кажется, что прямая его высота больше нежели на сто сажень простирается, тому оно загорелось назад с три года, и горит не так сильно как средняя, коея южная часть совсем выгорела, и уже двенадцать лет как подземный огонь в ей питается» [1]. Из этого следует, что южное отделение загорелось в 1767 году, то есть за три года до его посещения этой горы, поэтому он наблюдал загорание березовой коры и щепки. Если исходить из того, что термальный процесс начался в 1758 году, то на южную сторону процесс горения перешел спустя 9 лет. Ознакомившись с работами П.С. Палласа, можно сделать вывод, что в те годы даже на вершине горы температура была очень высокая. Этот факт подтверждает динамичность термального процесса уже с самого начала. Таким образом, судя по описаниям академика Палласа П.С. термальный процесс имел в начале наружный характер, затем проник в недра горы Янгантау. П.С. Паллас (1786) пишет о том, что горят все три отделения горы Янгантау, но сильнее всех — среднее и добавляет: «Башкирцы сказывают, что на сих горелых местах не только зимою, как сие и свойственно, снегу не бывает, но что так же вся окрестность беспрестанно зеленеет и не редко уже после снегопадения цветущие сыскиваются произрастания» [2].

Если при первом посещении в 1881 году, то есть через 110 лет после посещения академика П.С. Палласа, академик Ф.Н. Чернышев зафиксировал на поверхности почвы горы температуру всего в 37°С, то при повторных исследованиях в 1883 и 1884 годах он наблюдал температуру выделявшегося газа на поверхности выше 70°С [3]. Следующим ученым, исследовавшим эту гору, был С. Петров. Он посещал ее в 1907, 1908, 1909 годах и при измерении температуры также получил различные данные от 60°С до 75°С и писал, что зарывши в этом месте два куриных яйца, испек их всмятку в течение 15 минут, то есть спустя 137–139 лет после посещения академика П.С. Палласа [4].

В дальнейшем уже ни один исследователь не пишет, что термальный процесс идет в трех отделениях горы, а выделяются только два отделения горы. Следовательно, третье отделение находящейся на восточной части горы уже потухло. Гора покрыта березняком и мелким кустарником исключительно с северной стороны; южный склон почти совершенно оголен и лишь изредка попадаются низенькие березки; восточная же сторона и юго-восточная обильно покрыты преимущественно дикой вишней. Далее С. Петров пишет, что вокруг расщелины зимой снега, конечно, не бывает, и эта темная «плешинка» издали с южной стороны очень заметна. Температура непокрытой растительностью поверхности в некоторых местах настолько высокая, что не представляется возможным долго сидеть: приходится соскакивать как с горячей плиты [4].

В 1934 году зарегистрированная экспедицией Центрального научно-исследовательского института курортологии температура газов у поверхности трещины горы составила до 151°С. По наблюдениям А.И. Дзенс-Литовского (1935), колебания температуры составили от 30°С до 150°С [5]. В конце 1950-х годов согласно измерениям Г.Ф. Пилипенко температура колебалась от 40 до 120°С [6]. Отсутствие единой методики, места измерения в разное время года без соответствующего мониторинга не дают четкой картины динамики температуры. Начиная только с 1980-х годов, температура газов и дебит регулярно замерялись лабораторией самого курорта Янгантау. Судя по описанию местности вышеуказанными авторами, динамика температурного процесса выглядит более убедительной.

По описаниям А.И. Дзенс-Литовского в 30-х годах 20-го столетия зимой, когда долины и горы Южного Урала покрываются снегом, на горе Янгантау снег не лежит.

В 1948 году под руководством К.А. Миловидова была проведена комплексная гидрогеологическая работа на горе Янгантау и прилегающей к ней местности в радиусе 10–15 км. После этого обследования было определено, что участок поверхности горы с выделением тепла представляет собой полосу шириной 50–100 м. и длиной в один километр, располагаясь по южному склону этой горы на абсолютной высоте 375–400 м. На этом участке были выделены пять тепловых площадок (площадки «А», «В», «С», «Д», «Е»), где тепловые явления максимальны и температура горных пород доходит до 50–95°С. Они получили название «пожарных» или «тепловых» площадок. При этом впервые эти тепловые площадки выделены еще в 1892 году А.Я. Гордякиным [7]. Те же площадки определил В.В. Штильмарк (1960 г.), но уже с 20°С изотермой, а затем Г.Ф. Пилипенко (1966) всего с 15°С изотермой (рис. 1, 2).

В настоящее время из вышеуказанных термальных площадок ни одна из них не определяется кроме площадки «Е» как место со слабым выделением тепла, где снег весной тает раньше, чем в окружающей местности. Полученные снимки со спутника GeoEye — 1 в инфракрасном режиме от 02. 06. 2004 г. южного склона горы Янгантау на уровне паро и сузовоздушных лечебниц не выявили никаких термальных площадок.

В период 1953–1961 годов, по решению Минздрава РСФСР, Роскурортгеопартией во главе с горным инженером В.В. Штильмарком для организации лечения в новом ванном отделении была проведена глубинная разведка (бурение) с созданием сети каптажных скважин, по которым пар

начал подаваться в паровую лечебницу. Бурение показало, что слой термальных пород представляет собой пластовую линзу с максимальной температурой до 400°С на глубине 80 м., на всех скважинах была отмечена общая закономерность в распределении температур — рост температуры по мере углубления и после достижения некоторого максимума — вновь её снижение [8]. Самая максимальная температура была на глубине 80 м., — 377,8°С (скважина «5-У»), зафиксированная 25.11.1961 года Г.Ф. Пилипенко. А по данным самой курортной лаборатории, в 2001 году в той же скважине максимальная температура составила всего лишь 152°С.

Изучая ландшафт горы Янгантау, все ученые обратили внимание на ее растительность. Согласно описаниям П.С. Палласа (1786), Ф.Н. Чернышева (1886), С. Петрова (1914), А.И. Дзенс-Литовского (1935), К.А. Миловидова и А.А. Миловидовой (1948), Р.Ш. Акбашева (1973) в конце 18

века на южном склоне горы не было деревьев и даже травы плохо росли. Очевидно, это было обусловлено высокой температурой на поверхности склона горы. Постепенно горный склон покрывался растительностью, в том числе и деревьями, образуя рощу, преимущественно из дубов. Таким образом, мы можем утверждать, что южный склон

горы Янгантау на месте геотермальных процессов когда-то был голым и постепенно покрывался растительностью, что обусловлено постепенном снижением температуры.

**Термальная зона на поверхности с изотермой в 20°C
(Штильмарк В.В., 1960).**

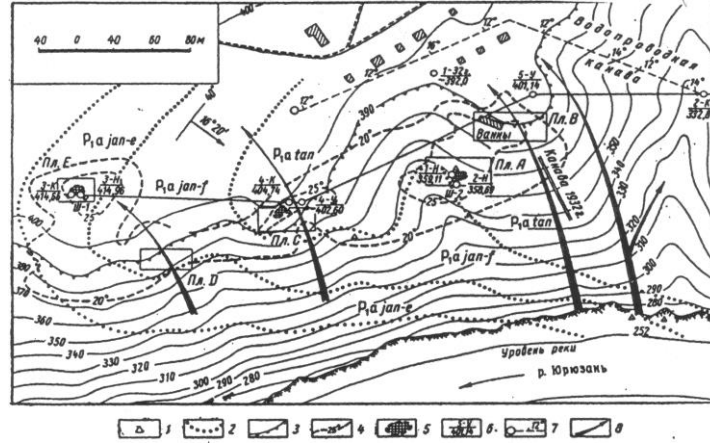


Рис. 1. Карта поверхностных проявлений тепла на горе Янгантау

1 — выходы на поверхность красных мергелей; 2 — границы горизонтов; 3 — бровка склона; 4 — изолинии температуры кровли коренных пород от 20° и выше; 5 — участки с температурой кровли коренных пород выше 40°; 6 — номер скважины и абс. отметка устья; 7 — температура дна водопроводной канавы; 8 — направление циркуляции воздуха в породах.

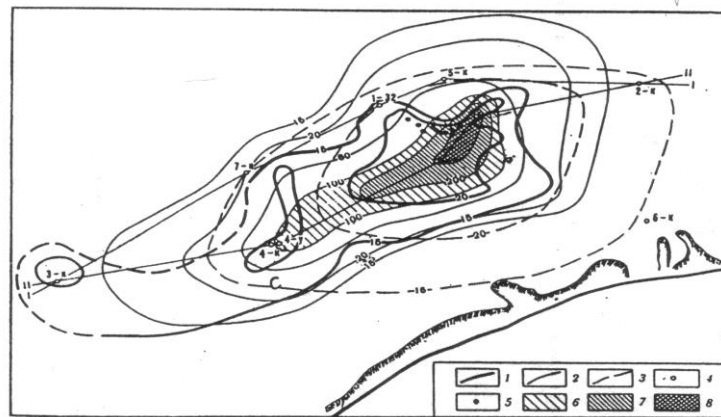


Рис. 2. Схематическая геометрическая карта тепловой аномалии горы Янгантау

1 — изотермы поверхности (на глубине 1 м); 2 — изотермы на уровне максимального прогрева (отн. отметка 265 м); 3 — изотермы на уровне водоносного горизонта; 4 — скважины разведочного бурения (1955-1961 гг.); 5 — каптажные скважины (1959-1961 гг.). Температура аномалии: 6 — от 100 до 200°; 7 — от 200 до 300°; 8 — выше 300°; I-I, II-II — линии разреза.

Лечебницы, построенные в первые годы после открытия курорта Янган-Тау, снабжались паром и газом только из естественных трещин, где температура пара в лечебных кабинках паровой лечебницы составляла 65°C, а газа в суховоздушных ваннах — 102°C [9]. В настоящее время парогазотермальную смесь — лечебный фактор курорта Янган-Тау получают только из скважин, пробуренных в геотермальные очаги, кроме одного естественного каптажа. Все кабинки суховоздушной лечебницы дополнительно прогреваются электрообогревателями с начала 1980 года, а паровой лечебницы — обогреваются частично с 1997 года, что говорит о значительном снижении температуры в геотермальных очагах.

Сейчас уже снежный покров на горе достаточно устойчив и лишь вокруг лечебниц с южной стороны наблюдается более раннее таяние снега весной. Все склоны гор покрыты зарослями густых деревьев, а там, где деревья не

растут, земля покрыта обилием трав и, можно сказать, что на горе Янгантау нет участков без растительности.

Результаты и обсуждение. Исходя из описаний вышеуказанных исследователей, можно составить следующую схему температурной кривой (см. рис. 3).



В первой фазе с момента начала геотермального процесса в 1758 году за первые 9–10 лет температура достигла своего апогея, когда брошенная березовая щелка не

медленно загорелась. О максимальной температуре можно судить по находке так называемого «метеорита».

Во время строительства бассейна в 1970 годы почти на вершине горы Янгантау на глубине 7 метров, в коренных отложениях тандакской свиты перми, был найден кусок металла весом приблизительно около 4-х тонн, серебристого цвета, на внешний вид без признаков окисления. Прорабом Н. Гильфановым, ведущим данное строительство, этот «метеорит» решено было оставить на месте «падения», которое оказалось под фундаментом здания лечебно-диагностического корпуса. Однако проведенные анализы кусочков этого «метеорита» в Институте стали и сплавов и в Институте сверхпластичности РАН не подтвердили, что этот большой кусок железа является метеоритом. В 2001 году контрольный анализ был сделан в ИМИН РАН, его состав (мас. %): Fe-96,08; Mn-1,08; Cr-0,29; V-0,13, сумма — 97,58, микронзондовый анализ, аналитик Чурин Е.И., Институт минерологии УрО РАН, Миасс. Вывод: такой состав для железных метеоритов не типичен. Кроме того, если бы упал метеорит весом около 4-х тонн, то на месте падения, должен был быть кратер больших размеров, которого там не было. Если предположить, что метеорит был привнесен в ледниковый период, тогда он должен находиться почти на поверхности горы, а не на глубине 7 метров.

По заключению, сделанному сотрудником ИМИН РАН Т.П. Нишанбаевым, структура слитка относится к чугуну. Впрочем, характер поверхности слитка, покрытого шлаком, ноздреватый, с каналами, дающими возможность предположить прохождение газов через расплав, позволил сразу усомниться в его неземном происхождении.

В.Н. Пучков и Р.Ф. Абдрахманов (2001) выдвинули гипотезу о том, что указанный слиток — следствие уникального природного процесса выплавки железной руды, связанного с термальными явлениями горы Янгантау на ранней стадии их развития. Кроме того известно, что в горных породах горы Янгантау, раньше добывали железную руду, что говорит о богатом содержании его в этих местностях. Температура газов в трещинах П.С. Палласом в 1770 году не замерялась. Если исходить из нарисованной им картины, это было настоящее открытое горение с беспрепятственным доступом кислорода, и температуры в этом случае локально могли достигать на поверхности многих сотен градусов [7].

Следовательно, в апогеи температурного режима во II фазе температура газа могла достигнуть до тысячи и более градусов Цельсия. Это свидетельствует в пользу подтверждения гипотезы В.Н. Пучкова и Р.Ф. Абдрахманова (2001) об уникальном природном процессе выплавки железной руды. О возможности такого повышения температуры говорят данные, полученные Г.Ф. Пилипенко (см. рис. 4).

Как видно из рисунка, в геотермальный процесс были вовлечены верхний и средний пласты битуминозных сланцев. В 1950–1960 годы были пробурены скважины в геотермальный очаг и обнаружена максимальная температура на глубине 70–90 метров, то есть на уровне среднего пласта битуминозных сланцев. В это время верхний пласт как горячий источник уже был на исходе. О «горении» верхнего пласта можно судить по описаниям ученых, посетивших гору Янгантау в более ранние годы: «Погорелые места наполнены расщелинами и ямами, по коим ходить весьма опасно. Инде можно по колено провалиться в перегорелую землю, отколь нельзя выкарабкаться, не почув-

ствовав жару» [2]. Вблизи вершины, на южном склоне, имеется несколько ям удлиненной формы, образующих вглубь трещины [4]. Эта фаза видимо продолжалась не так долго и составила 20–40 лет. В дальнейшем началась III фаза, когда происходило довольно быстрое снижение температуры. На данном этапе южный склон и вершина горы были довольно горячими, когда снежного покрова и зимою не было, а неорганизованные больные принимали так называемые «дикие ванны» выкапывая ямы на склонах гор. В данной фазе об участии верхнего пласта битуминозных сланцев в теплогенеративном процессе свидетельствуют данные К.А. Миловидова и А.Я. Гордякина, которые выделяли «тепловые» и «термальные» площадки на поверхности горы. Еще один немаловажный факт: если раньше люди на склоне гор самостоятельно выкапывали небольшие ямы и принимали «дикие ванны», то в середине 1970-х годов прошлого столетия это прекратилось, так как в выкапываемых ямах не стало тепла. Вот таким естественным образом прекратился прием «диких ванн». В «диких» шурфах на этой площадке до 1968–1969 годов продолжалось лечение неорганизованных больных, количество которых в летние месяцы доходило до 1300-1400 человек [9].

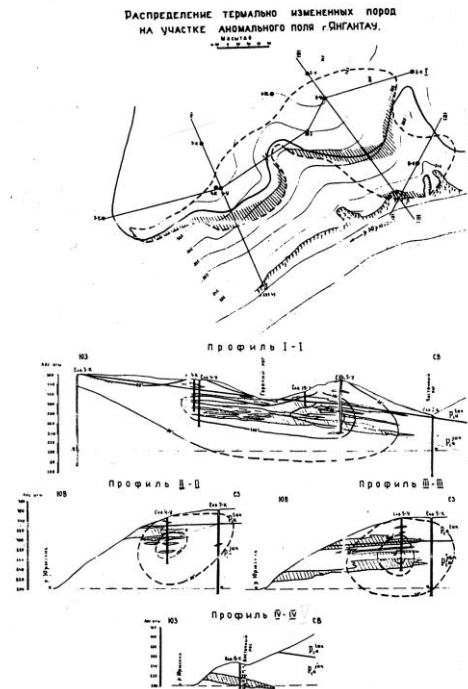


Рис. 4. Распределение горелых пород и связь их с тепловыми аномалиями. Горелые породы показаны косой штриховкой (по данным Пилипенко Г.Ф., 1966).

Приведенные данные говорят о завершении участия верхнего слоя битуминозного пласта в теплогенеративном процессе. С середины 1970 годов начинается IV фаза, когда наблюдается режим медленного снижения температуры. С этой фазы теплогенерации ведется мониторинг температуры и дебита газа лабораторией самого курорта.

Начиная с середины 1970 годов, геотермальный процесс продолжает идти только в среднем слое битуминозного пласта горы Янгантау. Однако и здесь термальный процесс подвержен медленной, но прогрессирующей температурной депрессии. Динамика температурного режима геотермального очага горы Янгантау формировавшегося в результате термализации органической массы битуминозных

сланцев в виде природного реактора с образованием устойчивой диссипативной системы показывает на естественную эволюцию термодинамических систем. Например, известно явление медленного установления химического равновесия в макроскопических системах. Химики и практики знают, что реакции в макроскопических объемах сначала идут быстро, а после превращения основного количества, реагирующих веществ, приближение к равновесию происходит очень медленно [10].

Заключение. Учитывая исторические данные, обоснованные описаниями ученых, и на основании наблюдений лаборатории курорта Янган-Тау можно сделать следующий вывод о том, что геотермальный процесс горы Янгантау имеет определенную динамику температурного режима и согласно термодинамическим правилам имеет:

- а) фазу быстрого подъема температуры;
- б) фазу максимальной температуры;
- в) фазу прогрессирующего снижения температуры;

Литература:

1. *Паллас П.С.* Путешествия по разным провинциям Российской империи./ П.С.Паллас. Ч. 1. – СПб. Император АН, 1773. – 385с.
2. *Паллас П.С.* Путешествие по разным местам Российского Государства./ П.С. Паллас. Кн. первая, часть вторая. – СПб. Император, 1786. – 350с.
3. *Чернышев Ф.Н.* Отчет об исследованиях, произведенных в области прилегающих к хребту Каратау./Ф.Н.Чернышев // Горный журнал,- 1886, т. 3, С.- 234-259
4. *Петров С.* Янгань-Тау. // Вестник Оренбургского учебного округа /С.Петров. – Уфа,- 1914. - № 5-й, С.- 229-236.
5. *Дзенс-Литовский А.И.* Гора Янган-Тау./А.И.Дзенс-Литовский. // Известия Госуд. Географич. Общества. - 1935, т. LXVII, вып.- 3, С.- 332-351.
6. *Пилипенко Г.Ф.* Геотермический режим и ресурсы термальных газов горы Янган-Тау в Башкирии. /Г.Ф.Пилипенко. // Геотермические исследования и использование тепла земли. – М.: Наука, - 1966. – С. 304-310
7. *Пучков В.Н. и Абдрахманов Р.Ф.* Отчет за 2001 г. по выполнению темы: Изучение газогидрогеотермальных явлений горы Янган-Тау и прилегающей территории./В.Н. Пучков и Р.Ф. Абдрахманов – Уфа: АН РБ, Институт геологии УНЦ РАН, - 2001. – 30 с.
8. *Штильмарк В.В.* Экзогенная геотермальная аномалия горы Янгантау в Западном Приуралье /В.В.Штильмарк // Доклады к собранию международной ассоциации гидрогеологов. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – С.- 310-314.
9. *Акбашев Р.Ш.* Лечебные факторы курорта Янган-Тау./Р.Ш.Акбашев - - Уфа, - 1973, - 160 с.
10. *Руденко А.П.* Самоорганизация и синергетика. / А. П. Руденко. http://www.uni-dubna.ru/~maznu/studentes/site2/ideal_2.htm – 44с.

г) фазу медленного снижения температуры.

Динамика температурного режима имеет вид экспоненциальной кривой. Данное предположение объясняет факт неуклонного, медленного, но прогрессирующего снижения температуры за последние 30–35 лет, а также позволяет прогнозировать дальнейшее течение термального процесса в недрах горы Янгантау.

На основании целенаправленного изучения геотермального процесса в недрах горы Янгантау получены достоверные данные о том, что это явление обусловлено термоокислительной деструкцией органической массы битуминозных сланцев с формированием открытой термодинамической системы. Изучение температурного режима с самого начала этого процесса (1758г.) и до нашего времени (2015г.) существенно дополняет недостающее звено почти всего периода, включая последние 35 лет, и подтверждает происходящий процесс в недрах горы Янгантау.