

УДК 551.34



К.Е. von Baer
Recent Intelligence
upon the Frozen Ground
in Siberia¹

Prof. К.Е. von Baer, Imp. Ac. Sci., St. Petersburg.

фон Бэр К.Э.
Новейшие сведения
о мёрзлой земле
в Сибири

Карл Эрнст фон Бэр, профессор, Императорская Академия Наук, Санкт-Петербург

Статья академика К.Бэра «Recent Intelligence upon the Frozen Ground in Siberia», увидевшая свет в 1838 году в «*Journal of the Royal Geographical Society of London*», никогда не издавалась на русском языке. Ниже публикуется перевод этой статьи на русский язык в сопровождении её английского оригинала.

Ключевые слова: вечная мерзлота, многолетнемёрзлые грунты, подземный лёд, морозобойные трещины в мёрзлом грунте.

As the Royal Geographical Society of London has taken some interest in the communications it has received on the depth to which the ground at Yakutzk remains in a frozen state, it will, I conceive, be glad to learn the measures adopted by the Imperial Academy of Sciences at St. Petersburg, to ascertain precisely, not only the law which regulates the temperature of the ground to the depth which is affected by the periodical changes of summer and winter, but also the influence of the external air penetrating into the well or shaft at Yakutzk, upon its sides; and, finally, to ascertain the depth which the summer heats, which in Yakutzk are very considerable in respect to its position, generally reach.

As soon as I had laid before the Academy the observations made by the merchant Schergin, which had

Поскольку Лондонское Королевское Географическое общество проявило некоторый интерес к полученным им сообщениям о глубине, до которой земля в Якутске остаётся в мёрзлом состоянии, то оно, я думаю, будет радо узнать о мерах, принятых Санкт-Петербургской Императорской Академией Наук, чтобы точно установить не только закон, который регулирует периодические изменения температуры почвы по глубине летом и зимой, но также и влияние проникновения наружного воздуха в колодец или шахту² в Якутске на их стенки; и, наконец, определить глубину, которой обычно достигает летнее тепло, которое в Якутске, в соответствии с его расположением, оказывается весьма значительным.

Как только я представил Академии переданные мне адмиралом Врангелем³ результаты наблюдений, выпол-

¹ Печатается по: Prof. К.Е. von Baer. *Journal of the Royal Geographical Society of London*. 1838. Vol. 8. Pp. 401–406. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.jstor.org/stable/1797815?origin=jstor-pdf&>

² Шахта Шергина (Шергинская шахта) — шахта глубиной 116,6 м, отрытая в вечной мерзлоте в Якутске. В Шергинской шахте, впервые на больших глубинах, были проведены измерения температуры мёрзлых грунтов, выполнены геологические исследования. Шахта Шергина стала источником инструментально полученных фактических данных, подтверждающих и неопровержимо доказывающих наличие вечной мерзлоты, что сыграло выдающуюся роль в становлении и развитии геокриологии (мерзловедения). Шахта имеет статус памятника, охраняемого государством. Летом 1828 г. живший в Якутске руководитель конторы Русско-Американской Компании купец Фёдор Шергин для получения хорошей воды предпринял рытьё колодца во дворе своего дома (в настоящее время дом №18 по ул. Кулаковского). Для спуска в шахту использовался горизонтальный ворот, канат и люльки (ведра). В 1831 г. шахта была пройдена до глубины 32 м, температура грунта на её дне составила минус 1,25°С. Убедившись в бесперспективности получения воды, Ф. Шергин собирался было прекратить дальнейшие работы. Однако адмирал Ф.П. Врангель, прибывший в это время в Якутск из поездки по русско-американским колониям, сумел уговорить Шергина продолжать своё предприятие. Работы по проходке шахты были продолжены на средства Русско-Американской Компании. Отчёты о ходе работы посылались в дирекцию компании в Санкт-Петербург. В 1837 г. в Петербург от Шергина пришло известие, что колодец был доведён им до глубины 116,4 м (382 фута). В Петербургской Академии Наук были заслушаны доклады о проводимых исследованиях в Шергинской шахте. По представлению президента Академии графа С.С. Уварова император Николай I наградил Шергина золотой медалью и перстнем с бриллиантом. В 1838 г. Ф. Шергин опубликовал результаты своих наблюдений в «Журнале Министерства народного просвещения». (Здесь и далее прим. переводчика).

³ Фердинанд Петрович Врангель (1797–1870), русский мореплаватель, адмирал, почётный член Петербургской АН (1855). Один из учредителей Русского Географического Общества. В 1817–1819 гг. участвовал в кругосветном плавании капитана В.М. Головнина на шлюпе «Камчатка». В 1820–1824 гг. возглавлял Колымский отряд экспедиции для поисков северных земель. Установил, что к северу от Колымы и мыса Шелагского, где предполагалось существование суши, находится открытое море; совместно с Ф.Ф. Матюшкиным и П.Т. Кузьминым описал побережье Сибири от р. Индигирка до Колючинской губы; по опросным данным определил положение острова в Северном Ледовитом океане, впоследствии названного его именем. Экспедиция провела ценные ледовые, геомагнитные и климатические исследования, а также собрала сведения о природных богатствах и народах, населяющих исследованные районы.

been communicated to me by Admiral Wrangel, a commission was nominated for the purpose of pointing out the means which were to be applied to carry them on in the most desirable manner. Accordingly the commission recommended that a thermometer of a peculiar construction should be introduced into the side of the well, and placed horizontally, at the several depths of 1, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 feet: two thermometers, indeed, at each of these depths, close to each other, one of which should be inserted a foot deep, and the other a fathom, so that the difference between the two would show the effect of the air in the shaft on the temperature of the ground. These thermometers are to remain a whole year in their places, and to be observed daily. A note is also to be taken of the depth at which the ground is thawed in the autumn, on the approach of winter, whether in forest ground, or under the dry steppes, in marshy countries, sandy places, &c. &c. Attention is also to be paid to the greatest degree of heat attained by the ground in these several districts, at a foot and a half beneath the surface. These directions were sent as early as February last, to Yakutzk, with orders to inquire whether any competent person could be found there to undertake these observations. But in all probability the academy will be obliged to send some one thither on purpose, properly qualified. They will also in due time, if the means at their disposal allow of it, direct deeper excavations to be made, to pursue still further the observations on the increase of temperature.

The members of the Royal Geographical Society have very justly observed that the observations of M. Schergin are already sufficient to demonstrate the gradual increase of the temperature, although it appears to be more rapid than has been found in other countries where the ground is not frozen. Nor did the mention I made of the doubts expressed by M. von Buch refer to this point; on the contrary, M. von Buch, in an address which he read to the academy of Berlin in the year 1825, distinctly expressed it as a matter of doubt, whether in a district covered with wood the ground can be in a frozen state at so great a depth as the first excavation in Yakutzk had reached, namely, 91 English feet.

Professor Erman, it appears, is not satisfied with the expression «ground ice» (*bodeneis*, Germ.) which I have proposed. I did so because it seemed to me to embrace

ненных купцом Шергиным¹, то была назначена комиссия с целью указания средств, которые должны были быть применены, чтобы провести наблюдения наиболее желательным образом. Соответственно комиссия рекомендовала, чтобы термометры особой конструкции были бы вставлены в стенку колодца, и были размещены горизонтально, на разных глубинах в 1, 3, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 футов: по два термометра на каждом из указанных уровней, близко друг к другу, так, чтобы один из них проникал в глубину стены на один фут, другой же – на шесть футов, чтобы разность между ними показала бы влияние воздуха в колодце на температуру земли. Эти термометры должны оставаться весь год на своих местах, и подвергаться ежедневному осмотру. Следовало также уделить внимание глубине, на которую земля оттаивает к осени, на пороге зимы, как в лесу, так и в сухих степях, в болотистых местностях, на песчаных местах, и т.д., и т.п. Надо было также обратить внимание на наибольший градус тепла, полученного землей в этих нескольких областях, на глубине одного с половиной фута от поверхности. Эти указания были отправлены в Якутск ещё в прошлом феврале, с указаниями найти какого-нибудь сведущего человека, который взялся бы проводить там эти наблюдения. Но по всей вероятности Академия будет вынуждена послать туда кого-то специально подготовленного. В свое время, если средства, имеющиеся в их распоряжении, позволят это, они должны будут также выполнить прямые глубокие проходки, для того чтобы и дальше продолжать наблюдения за ростом температуры.

Члены Королевского Географического общества весьма справедливо отметили, что наблюдений г-на Шергина уже вполне достаточно для того чтобы продемонстрировать постепенное возрастание температуры, хотя кажется, что оно более быстрое, чем в других местностях, где земля не замерзает. Я не упомянул о сомнениях, высказанных г-ном фон Бухом² по этому поводу; наоборот, г-н фон Бух в речи, прочитанной им в Берлинской академии в 1825 году, определенно выразил свои сомнения, что земля, лесом покрытая, может пребывать в мёрзлом состоянии до такой большой глубины, которая была достигнута в Якутске первой проходкой, а именно, равной 91 английскому футу.

Профессор Эрман³, как оказалось, не был доволен выражением «почвенный лёд» (*bodeneis*, нем.), которое я предложил. Я предложил его, поскольку, как мне пред-

¹ Фёдор Шергин – купец, уроженец г. Великий Устюг. С 1826 по 1838 гг. был управляющим конторой Российской Американской компании в Якутске. В 1839 г. вернулся на родину, где вскоре умер. Ф. Шергин известен не только в связи с его шахтой. В 1834–1838 гг. он вёл на своём подворье в Якутске ежедневные измерения температуры воздуха; вёл переписку с Академией наук, сообщал о результатах своих наблюдений, доставлял образцы горных пород из шахты и из окрестностей Якутска, получал от Академии наук инструкции и приборы.

² Христиан Леопольд фон Бух (*Christian Leopold Freiherr von Buch*; 1774–1853) – немецкий геолог. Учился вместе с Александром фон Гумбольдтом в горной академии Фрайберга у Абраама Готлоба Вернера, основателя геологии в Германии. Бух считается одним из первых полевых геологов. Изучал феномен вулканизма, позже обратился к исследованию окаменелостей; ввёл понятие «руководящие ископаемые» и считается одним из основателей стратиграфии. Опубликованное им в 1839 г. научное определение системы горных пород юрского периода считается одной из его самых значительных заслуг. В 1826 г. опубликовал первую полную геологическую карту Германии. Его геологическое описание долины Caldera de Taburiente на острове Пальма архипелага Канарских островов ввело понятие кальдера как провалившаяся вершина вулкана в геологии.

³ Георг Адольф Эрман (*Georg Adolf Erman*; 1806–1877) – немецкий естествоиспытатель. В 1828–1830 гг. Г.А. Эрман совершил кругосветное путешествие с целью выполнения точных геомагнитных наблюдений по всему периметру Земли. Во время своего путешествия Эрман проводил исследования и наблюдения не по одному только геомагнетизму, но и по метеорологии, геологии, ботанике и этнографии. По итогам путешествия Г.А. Эрман издал восьмитомный труд «Путешествие вокруг Земли через северную Азию, и оба океана в годах 1828, 1829 и 1830» (издано в Берлине в 1833–1848 гг.). В 1834 г. Эрман стал профессором физики в Берлинском университете Фридриха Вильгельма (ныне – университет имени Гумбольдта). В том же году он женится на старшей дочери выдающегося немецкого математика и астронома Фридриха Вильгельма Бесселя, который был учеником «короля математиков» Карла Фридриха Гаусса. Результаты геомагнитных наблюдений Эрмана великий К.Ф. Гаусс использовал при создании своей теории земного магнетизма. За географические исследования Сибири и Камчатки Г.А. Эрман был удостоен в 1844 г. золотой медали Лондонского Королевского Географического общества. Именем Г.А. Эрмана названы: горный хребет в Читинской области России, по правобережью реки Онон (хребет Эрмана); вид берёзы, произрастающий в Магаданской области, на Камчатке, Сахалине и на Курильских островах (берёза Эрмана). В 1874 г. Эрман был избран иностранным членом Лондонского Королевского общества.

all the requisite modifications, and is very concise. It is clear that ground which is totally free from moisture cannot be frozen; but the ground in high northern latitudes is never in this state. Even the sand, though in the arctic summer its surface may now and then be perfectly dry, is yet before the winter begins always saturated with wet. If we examine ground which contains only very little moisture in a frozen state, it is very difficult to detect the ice, as it forms an extremely thin partition between the single particles of the earth. Should the moisture be somewhat more considerable before the freezing comes on, we perceive in its frozen state small pieces of ice, wherever the spaces between the particles of the soil are large enough to admit them.

These bits of ice, which look like small crystals, I have particularly noticed between the upper layer of soil which is thawed, and the lower layer in a frozen state. But in the flat marshy districts of the high northern latitudes, which in Russia are called Tundra (originally a Finnish word), there is so much water in the ground that the quantity of water frequently exceeds that of the soil mixed with it. If in the summer you drive a pole into the turf, which is here formed by the grass, or by the moss, a dirty water, mixed with soil, spilt up in a stream to a considerable height. In some places, too, and particularly those which are surrounded by hills, the ground is covered with pure ice. I have seen such a situation in Novaia-Zemlia, which was entirely covered with perfect fresh-water ice more than a foot thick. This was not a steep cliff covered over with a bed of ice, like that of which Captain Beechey speaks in Kotzebue Sound, but it lay horizontally upon the ground; nor was it the least doubtful how this layer of ice had been formed.

It was almost entirely surrounded by hills: the water from the melted snow had collected in the hollow, and had been frozen in the winter. In the following spring or summer the ice, before it could be again melted, had been covered with warm soil from the neighbouring hills to the depth of three feet; and, as in Novaia-Zemlia, the increasing temperature of the earth during the summer does not thaw it so deep as three feet, the ice had remained unmelted. From the narrative of Admiral Wrangel's Journey, which I have read in MS., I observe that similar layers of ice are not rare in the valleys of Siberia. It sometimes indeed happens, as I have observed in Novaia-Zemlia, that the ground is penetrated by perpendicular clefts or shafts of ice. These clefts, which are, however, extremely thin, and which I have never found above four inches thick, occur most frequently in loamy soils.

This ground in Novaia-Zemlia is penetrated by fissures in all directions, which are occasioned by contractions produced by the frost. They are usually from one to three inches in width. Water is collected in them in summer, which is frozen in the following winter; and if the fissures go to any depth, it is never thawed. This is especially the case if the spot be gradually overgrown with a layer of moss. All these modifications may be comprehended under the term

ставляется, оно учитывает все основные признаки, и к тому же оно кратко. Ясно, что почва, полностью лишённая влаги, не может замерзнуть; однако почва в высоких северных широтах никогда не находится в таком состоянии. Даже песок, пусть даже во время арктического лета его поверхность и может сделаться совершенно сухой, ещё до начала зимы всегда насыщается влагой. Если мы станем рассматривать почву, которая в мёрзлом состоянии содержит очень мало влаги, то очень трудно будет обнаружить в ней лёд, так как он образует весьма тонкую прослойку между отдельными частицами почвы. Если же перед началом замерзания влажность будет существенно больше, то после замерзания мы обнаружим маленькие кусочки льда всюду, где между частицами почвы окажется достаточно пространства для того, чтобы вместить их.

Эти кусочки льда, которые выглядят как маленькие кристаллы, я, в частности, отмечал между верхним талым слоем почвы, и нижележащим её мёрзлым слоем. Но в плоских болотистых районах высоких северных широт, которые в России называют тундра (слово финского происхождения), в почве содержится так много воды, что количество воды часто превосходит количество почвы, смешанной с ней. Если летом вы воткнёте палку в дернину, которая здесь сформирована травой, или мхом, то струёй, бьющей вверх на значительную высоту, будет изливаться грязная вода, смешанная с землёй. Также в некоторых местах, в особенности в тех, которые окружены холмами, земля покрыта чистым льдом. Я видел такое место на Новой Земле, которое всё было покрыто совершенным пресноводным льдом больше фута толщиной. Это не был скальный уступ, перекрытый сверху слоем льда, подобно тому, о котором говорит капитан Бичи в «Звук» Коцебу¹, а лежит он на земле горизонтально; не было ни малейшего сомнения по поводу того, как образовался этот слой льда.

Место это почти полностью было окружено холмами: талая снеговая вода скапливалась в понижении, и зимой замерзала. В последующую весну или лето лёд, прежде чем он смог снова растаять, был перекрыт толщиной в 3 фута слоем оттаявшей почвы с соседних холмов; и, поскольку на Новой Земле рост температуры почвы в летнее время не приводит к её протаиванию более, чем на 3 фута, то лёд оставался нарастающим. В отчёте о путешествии адмирала Врангеля, который я прочитал в Минералогическом Обществе, я обратил внимание на то, что подобные слои льда не редкость в долинах Сибири. Иногда даже случается, как я уже наблюдал на Новой Земле, что земля бывает пронизана перпендикулярными трещинами или клиньями льда. Эти трещины, которые, однако, весьма тонкие, и которые я никогда не встречал шире четырёх дюймов, особенно часто встречаются в суглинистых почвах.

Такая почва на Новой Земле пронизана трещинами во всех направлениях, что является следствием сжатия, произведённого морозом. Обычно они от одного до трёх дюймов шириной. Летом в них скапливается вода, которая в последующую зиму замерзает; и если трещины достигают некоторой глубины, то, она никогда не тает. В особенности, если это место постепенно зарастает слоем мха. Для описания всех этих явлений можно ис-

¹ Август Фридрих Фердинанд фон Коцебу (*Kotzebue*; 1761–1819), немецкий драматург и романист. Автор романов, рассказов и многих десятков комедий и драм, написанных в сентиментальном духе и пользовавшихся, благодаря сценичности и пониманию автором вкусов публики, огромной популярностью во всей Европе в конце XVIII и начале XIX вв. От имени Коцебу образовано обозначение низкопробной драматургии, – «коцебятина». После Наполеоновских войн Коцебу вёл деятельную пропаганду идей Священного союза и активно боролся с либеральным движением, охватившим тогдашнюю Германию. Своими постоянными издевательствами над университетской свободой он снискал себе дурную репутацию «врага немецкой молодёжи» и как «изменник отечества» был заколот студентом Карлом Людвигом Зандом в Мангейме 23 марта 1819 г.

of ground ice, which has also the advantage of allowing of the expression, "perpetual or permanent ground ice," as we speak of perpetual snow. Perpetual ground ice is, then, that which is found in the arctic regions, in that layer of earth which is immediately below that which is thawed by the summer heat, reaching, as this does, to the depth where the temperature of the earth is at freezing-point.

It seems to me very important for physical geography to ascertain the thickness of perpetually frozen ground in countries of which the mean temperature is considerably under the freezing-point. I will merely mention one approximation. If, as is the case at Yakutzk, the ground never thaws at the depth of 300 or 400 feet, all the small streams whose superficial waters only are kept in a liquid state in the summer, must be in winter entirely without water, and *vice versa*, we may conclude that all rivers which do not come far from the south, and of which the course is entirely within those countries which preserve perpetual ground ice, and yet do not cease to flow in winter, must receive their waters from greater depths than those which remain in a frozen state. It is thus clear that these veins of water penetrate the perpetual ground ice. This circumstance strikes me as not devoid of interest with respect to the theory of the formation of springs, and it would be very desirable that some researches upon this subject should be set on foot in high northern latitudes.

In the narrative of Admiral Wrangel's travels there occurs a remarkable instance of very considerable rivers in very cold countries being without water in winter, like our ditches and inconsiderable brooks. He was riding (to the north of Yakutzk, in about 65° N.) over the ice of a pretty considerable river, when the ice suddenly gave way, and his horse sunk: he was himself saved by being thrown on the ice, at the moment his horse fell. He was lamenting the loss of his horse to the Yakutzkers who accompanied him, as he knew not how to get another, when they laughed, and assured him they would soon get his horse back, and with a dry skin too. They got some poles, and broke away the ice, under which the bed of the river was perfectly dry, as well as the horse and his pack. The Yakutzkers were therefore aware that there was no water in the winter time at the bottom of rivers of this size; and in this case the water must have disappeared before the ice had gained sufficient thickness to bear a loaded horse and his rider. Similar accidents and similar results must doubtless have frequently taken place during the many journeys which the English have made in North America; and the agents of the Hudson's Bay Company must be well acquainted with the real state of the small rivers in winter in those high northern latitudes, *i.e.*, whether all of them are in a liquid state below the ice or not; *i.e.*, whether water flows in them under the ice or not.

I am collecting materials to ascertain the *southern* limit of the perpetual ground ice in the Old World. Those I have are not yet very complete; but I am already aware that this phenomenon extends much further in a southerly direction in Siberia than in Europe. I do not believe it has yet been observed in Lapland out of the mountainous districts. Nor did I ever hear of it at Archangel; though Herr Schrenk, a young botanist, who, during last summer travelled through the country

пользовать выражение «почвенный лёд», преимущество которого состоит в том, что оно позволяет говорить о «вечном или постоянном почвенном льде», подобно тому, как мы говорим о вечных снегах. Постоянный почвенный лёд – это тот, что находится в арктических областях в том земном пласте, который располагается непосредственно под слоем, тающим от летнего тепла, которое достигает, как обычно, до глубины, где температура земли находится на точке замерзания.

Мне представляется очень важным для физической географии, чтобы выяснить толщину вечно мёрзлого грунта в тех странах, в которых средняя температура находится значительно ниже точки замерзания. Я приведу лишь одну оценку. Если, как это бывает в Якутске, земля никогда не протаивает до глубины 300 или 400 футов, то все малые водотоки, поверхностные воды которых пребывают в жидком состоянии только летом, должны в зимнее время оказаться вовсе без воды, и наоборот, мы можем заключить, что все реки, которые не приходят далеко с юга, и чьи русла находятся целиком в пределах тех стран, где сохраняется постоянный почвенный лёд, и к тому же не иссыкают зимой, должны получать свои воды с гораздо больших глубин, чем те, которые остаются в мёрзлом состоянии. Таким образом, очевидно, что эти водные артерии прорезают постоянный почвенный лёд. Мне представляется, что это обстоятельство, имеющее отношение к теории образования родников, не лишено интереса, и было бы очень желательно, чтобы в высоких северных широтах были проведены какие-либо исследования по этой теме.

В отчёте о путешествии адмирала Врангеля имеется замечательный пример того, как в очень холодных странах весьма крупные реки оказывались в зимнее время обезвоженными, подобно нашим канавам и мелким ручьям. Он ехал верхом (к северу от Якутска, около 65° с.ш.) по льду довольно большой реки, когда лёд неожиданно просел, и его лошадь провалилась: сам он спасся, будучи сброшен на лёд, в то самое мгновение, когда лошадь его упала. Не зная, как раздобыть другую лошадь, он посетовал на свою потерю сопровождавшим его якутянам, они же посмеялись и убедили его, что скоро доставят лошадь назад, к тому же ещё и с сухой шкурой. Они взяли несколько багров, и разломали полностью лёд, под которым русло реки была совершенно сухим, также как лошадь и её поклажа. Следовательно, якутянам было известно, что в зимнее время в реках такой величины воды не бывает до самого их дна; и при этом вода должна уйти прежде, чем лёд приобретёт толщину достаточную, чтобы выдержать нагруженную лошадь и её всадника. Подобные происшествя со сходными последствиями должны, без сомнения, часто иметь место во время многих путешествий, которые англичане совершали в Северной Америке; и сотрудники Компании Гудзонова Залива должны быть хорошо знакомы с действительным состоянием малых рек зимой в тамошних высоких северных широтах, то есть, находятся ли все они в жидком состоянии под льдом или нет; то есть, протекает ли вода подо льдом или нет.

Я собираю материалы для того чтобы установить южную границу вечного льда в Старом Свете. Те, которые я имею, пока ещё не очень полны; но я уже осведомлён, что в Сибири, по сравнению с Европой, это явление распространено в южном направлении гораздо дальше. Я не верю, что оно наблюдалось в Лапландии за пределами гористых местностей. Также я не слышал об этом в Архангельске; однако господин

of the Samojedes in the suite of the imperial botanist Sartens, and who reached the northernmost extremity of Ural and the island of Waigatz, assured me that on the Petchora the ground at a certain depth is never free from ice. It has long been known that further north the ground is at all times frozen, and a thaw is very rare.

The further we go east, the more southerly do we find the limit of perpetual ground ice. Humboldt found in Boguslowsk, in lat. 59° N., 60° E., at the foot of the Ural mountain, small pieces of ice at the depth of six feet in the summer; but Boguslowsk lies very high. No permanent ice has been found in Tobolsk in 58° N.; but at Berezov, in 64° N., where Erman found the temperature of the ground above +1 R., at a depth of 23 feet, we learn from other observations, and particularly those of a Russian traveller of the name of Belawski, that the lower districts are never without ice in the ground; so that Berezov is probably very near the limit of perpetual ground ice; for it is clear that the peculiarities of soil must have considerable influence in countries which lie near this limit. Further east, this frozen soil extends much more to the southward. Already in the last century, travellers who visited Siberia, and especially Georgi, related that ice remained in the ground throughout the whole year, in the environs of the Lake Baikal, and upon an island in lat. 52° N., 106° E. long. It was generally supposed that this circumstance was occasioned by the high mountains surrounding the lake.

But Herr von Helmersen has communicated to me some ancient notices, from which it seems that the whole of this south-east angle of Siberia has perpetual ground ice. Captain Frehse, who, according to «The Berlin Review», went in search of gold-sand in 1836, states that so early as September, i. e., very little before the beginning of the winter in those latitudes, he found the ground frozen at some distance below the surface, and that this frozen stratum was continued uninterruptedly quite to the under-lying rock, to the depth of from one to six Russian sashen, 42 English feet. But, as at that depth there was always rock, it was not possible to say how thick the layer of frozen earth would be under this latitude (52°). It thawed on the surface of the banks of the river to the depth of from 2 1/2 to 6 English feet,

Шренк¹, молодой ботаник, который, во время последнего лета совершил путешествие через страну самоедов в обществе императорского ботаника Сартенса, и который достиг самой северной оконечности Урала и остров Вайгач, убеждал меня, что на Печоре земля до определённой глубины никогда не бывает свободна ото льда. Уже давно известно, что дальше к северу земля все время мёрзлая, и оттаивает очень редко.

Чем дальше мы движемся на восток, тем южнее мы находим границу вечного подземного льда. Гумбольдт нашёл летом в Богословске², на 59° с.ш., 60° в.д., у подножья Уральских гор, маленькие кусочки льда на глубине 6 футов; но Богословск лежит очень высоко. Никакого вечного льда не было найдено в Tobolsk в на 58° с.ш., но в Берёзове, на 64° с.ш., где Эрман на глубине 23 футов обнаружил температуру грунта выше +1 по Реомюру, мы узнаём из других наблюдений, и, в частности, из таковых, выполненных русским путешественником по имени Белявский, что более глубокие слои грунта никогда не бывают безо льда; так что Берёзов, вероятно, находится очень близко к границе вечного подземного льда; поэтому ясно, что особенности почвы должны иметь существенное проявление в местностях, расположенных рядом с этой границей. Чем дальше на восток, тем дальше на юг распространяется эта мерзлая земля. Уже в прошлом столетии путешественники, посещавшие Сибирь, и особенно Георги³, отмечали, что в окрестностях озера Байкал и на острове 52° с.ш., 106° в.д. лед сохранялся в земле в течение всего года. Было высказано общее предположение, что это обстоятельство обусловлено высокими горами, окружающими озеро.

Но господин фон Гельмерсен⁴ сообщил мне некоторые старинные сведения, из которых следует, что во всём этом юго-восточном углу Сибири имеется постоянный почвенный лёд. Капитан Фрезе, который, согласно «Берлинскому обозрению», отправился на поиски золотого песка в 1836 году, утверждает, что не раньше сентября, т.е. незадолго до начала зимы в тех широтах, он обнаружил землю мёрзлой на некотором расстоянии от поверхности, и этот мёрзлый пласт шёл непрерывно до нижележащего скального основания, до глубины от одной до шести русских сажень, или 42 английских футов. Но так как на той глубине была сплошная скала, то не было поэтому возможности сказать, какой же толщины пласт мёрзлой земли мог бы находиться на этой широте (52°). На берегах реки

¹ Александр Иванович Шренк (Александр Густав фон Шренк; 1816–1876) – путешественник и естествоиспытатель. Выпускник Дерптского университета. В 1837–1843 гг. по заданию Петербургского Ботанического сада проводил исследования на рр. Мезени и Печоре, в Большеземельской тундре, на о. Вайгач, на Полярном Урале, в Лапландии, в Джунгарии, в Казахских и Киргизских степях. Шренком было собрано большое количество материалов по ботанике, зоологии, минералогии. Его фундаментальный труд «Путешествие к северо-востоку Европейской России через тундры самоедов к северным Уральским горам, предпринятое в 1837 г. Александром Шренком» был удостоен в 1850 г. Демидовской премии Санкт-Петербургской Академии Наук. Именем А.И. Шренка назван один из видов тюльпана – *Tulipa schrenkii* Regel.

² Богословск – в настоящее время город Карпинск Свердловской области, на р. Турья (бассейн Оби), в 391 км от Екатеринбурга (59°46'00" с.ш. 60°00'00" в.д.). Город Карпинск образован 31 марта 1941 г. из двух посёлков – Богословского и Угольного – и назван именем выдающегося русского геолога, первого президента Академии Наук СССР А.П. Карпинского.

³ Иоганн Готтлиб Георги (*Johann Gottlieb Georgi*; 1729–1802) – ученик Карла Линнея, немецкий медик, химик, натуралист, этнограф, путешественник, профессор минералогии, академик Санкт-Петербургской Академии Наук. В 1768 г. по приглашению последней прибыл в Россию и принял участие в «Физической экспедиции» П.С. Палласа; исследовал Поволжье, Среднее и Южное Приуралье, Западную Сибирь, Прибайкалье и Даурию. В 1772 г. И.Г. Георги составил карту Байкала в масштабе 10 вёрст в 1 дюйме (1:420000), и первым высказал предположение о тектоническом происхождении этого озера. Он детально описал флору и фауну Прибайкалья, составил коллекции минералов и редких растений, собрал сведения о рыбном промысле на Байкале. Коллекция минералов, собранная Георги, легла в основу будущего музея Кафедры минералогии Санкт-Петербургского университета. В 1783 г. И.Г. Георги был избран действительным членом Санкт-Петербургской Академии наук. Его книга «Описание российско-императорского столичного города Санкт-Петербурга и достопримечательностей в окрестностях оного, с планом 1794–96» – одно из первых фундаментальных изданий, посвящённых Санкт-Петербургу. Именем И.Г. Георги назван род растений георгина (*Dahlia*) семейства астровых.

⁴ Гельмерсен Григорий Петрович (1803–1885) – русский геолог. В 1825 г. окончил Дерптский университет, а в 1838 г. – Петербургский горный институт. Академик Петербургской АН (с 1850 г.), директор Петербургского горного института (1865–1872); один из организаторов и первый директор Геологического комитета (с 1882 г.). Проводил геологические исследования на Урале, Алтае и в Средней Азии; изучал Донецкий и Домбровский каменно-угольные бассейны, железные руды Подмосковья, грязевые вулканы и месторождения нефти на Таманском и Керченском полуостровах и т.д. В 1841 г. Г.П. Гельмерсен составил одну из первых геологических карт Европейской России.

and still deeper (6 to 9 feet) on the naked heights. But in the forests, where the light of the sun was intercepted, the thaw reached only from 3/4 to 6 feet. If it be true that there are places in forests where the ground is never thawed a foot deep, it would demonstrate how little it is necessary for the ground to be thawed for trees to grow on it.

The development of the leaves of the pines depends less on the temperature of the soil than on that of the air in the spring; it only requires that the ground should be so far thawed that the tree may be able to draw from it a sufficient quantity of moisture for its growth. I was convinced of this upon observing in Lapland large leaves already upon the shrubs when the thaw had scarcely reached a foot deep in the swampy soil on which they were growing; but the air was in consequence of the long days (in June) very warm. On one occasion, after having dug down six feet through the frozen ground in these trenches in the district of Nertchinsk, they came upon the pure ice, an archin, or 2¼ feet thick and inclosing boulders (gerolle) of different kinds of rock. According to other observations, made equally in the circle of Nertchinsk by Colonel Tatarinoff, the frozen stratum was not more than six feet thick; and the annual thaw of the superficial stratum in each summer is rather less.

The greater thickness of the frozen stratum, in the observations of Captain Frehse, may be accounted for by the fact that they were made in higher latitudes; nor ought Ave to forget that the country of Nertchinsk is mountainous, and lies high.

Still further east, again, the perpetual ground ice is found at a less depth southwards, probably because the neighbourhood of the sea raises the temperature of the soil. Erman, at least, found no ice in the soil at Okhotzk.

It seems that Fort Churchill in America, in lat. 59° N., long. 94° W., lies exactly on the limit of perpetually frozen ice, as the mean temperature of this place is only a little below freezing point.

(Signed) BAER.

глубина оттаивания составила от 2,5 до 6 английских футов от поверхности, и еще глубже (от 6 до 9 футов) на обнажённых возвышенностях. Но в лесах, где солнечный свет перехватывался, таяние достигло только от 0,75 до 6 футов. Если окажется правдой, что в лесах есть места, где земля никогда не оттаивает больше чем на фут, то это будет показателем того, на сколь малую глубину должна оттаивать земля, для того чтобы на ней могли расти деревья.

Весной развитие ростков сосен зависит от температуры почвы меньше, чем от температуры воздуха; для него требуется только, чтобы земля была оттаявшей настолько, чтобы дерево было способно извлечь из неё достаточное количество влаги для своего роста. Я убедился в этом, наблюдая в Лапландии за большими уже листьями кустарников в то время, когда оттаивание болотистой почвы, на которой они росли, едва ли достигло фута в глубину; но по причине длинных июньских дней воздух был весьма теплым. Однажды в окрестностях Нерчинска, после того, как в мёрзлой земле был вырыт шурф глубиной шесть футов, был вскрыт пласт чистого льда в аршин, или 2¼ фута, толщиной, и включающие валуны (gerolle) различных скальных пород. Согласно другим наблюдениям, выполненным также в окрестностях Нерчинска полковником Татариновым, мёрзлый пласт был не более 6 футов толщиной; а ежегодное летнее оттаивание поверхностного слоя значительно меньше.

Гораздо бóльшая толщина мёрзлого пласта, установленная наблюдениями капитана Фрезе, может быть объяснена тем, что эти наблюдения были сделаны в более высоких широтах; и не надо забывать, что местность вокруг Нерчинска гориста и лежит высоко.

Еще далее на восток, и снова — чем южнее, тем меньшей глубины достигает постоянный почвенный лёд — вероятно потому, что соседство моря повышает температуру почвы. Эрман, по крайней мере, не нашёл льда в почве у Охотска.

Представляется, что форт Черчилль в Америке, 59° с.ш., 94° з.д., лежит точно на границе вечного нetaющего льда, так как средняя температура этого места лишь немногим ниже точки замерзания.

(Подписано) БЭР

Перевод с английского кандидата физико-математических наук С.Г. Геворкяна