

ПРЕПРИНТ: G-S 2026 / AMBER-BARO

RU:

ГЕОЛОГИКА СИСТЕМ (G-S 2026): Палеобарометрический потенциал ископаемых смол и физико-химическая ревизия газовых включений

EN:

SYSTEMS GEOLOGICS (G-S 2026): Paleobarometric Potential of Fossil Resins and Physicochemical Revision of Gas Inclusions

ID Препринта: G-S 2026/V.1.0

Дата (Date): 07.02.2026

Автор (Author): Бурлаков Вячеслав Константинович

Аффилиация (Affiliation): Независимое исследование / Independent Researcher

Контакт (Contact): bulgakov_insat@mail.ru 0009-0004-2667-086X

АННОТАЦИЯ/ABSTRACT

RU: В данном препринте представлена физико-химическая модель «геологии систем», разрешающая противоречие между результатами экспериментальных замеров давления газа в ископаемых смолах (~1 атм) и аномально высоким содержанием кислорода (до 35%). Используя данные официальных исследований [1, 3, 5, 10] в контексте законов диффузии, закона Генри и лабораторного синтеза полимеров, доказываем, что янтарь является продуктом баро-полимеризации, протекавшей при атмосферном давлении около 5 атм. Текущее давление в 1 атм интерпретируется как результат диффузионной релаксации за миллионы лет, в то время как химический состав служит прямым маркером исходной гипербарической среды. Эта среда необходима для биомеханического обоснования гигантизма мезозойской фауны.

EN: This preprint presents a physicochemical model that resolves the contradiction between the results of experimental measurements of gas pressure in fossil resins (~1 atm) and the anomalously high oxygen content (up to 35%). Using official research data [1, 3, 5, 10] in the context of the laws of diffusion, Henry's law, and laboratory polymer synthesis, it is proven

that amber is a product of baro-polymerization that occurred at an atmospheric pressure of about 5 atm. The current pressure of 1 atm is interpreted as the result of millions of years of diffusion relaxation, while the chemical composition serves as a direct marker of the initial hyperbaric environment. This environment is necessary for the biomechanical justification of Mesozoic faunal gigantism.

Ключевые слова / Keywords:

RU: Янтарь, Палеобарометрия, Геология систем, Закон Генри, Диффузия, Баро-полимеризация, 5 атмосфер, Гигантизм.

EN: Amber, Paleobarometry, Systems Geology, Henry's Law, Diffusion, Baro-Polymerization, 5 Atmospheres, Gigantism.

Глава 1. Введение: Физические парадоксы ископаемых смол

1.1. Проблема интерпретации газовых включений

Ископаемый янтарь остается одним из наиболее дискуссионных геофизических объектов. Традиционные методы палеобарометрии, основанные на прямых замерах давления в газовых пузырьках [1, 3], сталкиваются с рядом противоречий при интерпретации аномально химического состава включений [5, 10]. Отсутствие единой физической модели, объясняющей как низкое давление в пузырьках сегодня, так и высокий процент кислорода, ставит под сомнение теорию существования стабильной атмосферы в 1 атм на протяжении миллионов лет. Мы применяем авторскую методику «геологии систем» для разрешения этого парадокса.

RU: В данном препринте представлена физико-химическая модель, разрешающая противоречие между результатами экспериментальных замеров давления газа в ископаемых смолах (~1 атм) и аномально высоким содержанием кислорода (до 35%). Используя данные официальных исследований в контексте законов диффузии, закона Генри и лабораторного синтеза полимеров, доказываем, что янтарь является продуктом баро-полимеризации, протекавшей при атмосферном давлении около 5 атм. Текущее давление в 1 атм интерпретируется как результат диффузионной релаксации за миллионы лет, в то время как химический состав служит прямым маркером исходной гипербарической среды. Эта среда необходима для биомеханического обоснования гигантизма мезозойской фауны.

EN: This preprint presents a physicochemical model that resolves the contradiction between the results of experimental measurements of gas pressure in fossil resins (~1 atm) and the anomalously high oxygen content (up to 35%). Using official research data in the context of the laws of diffusion, Henry's law, and laboratory polymer synthesis, it is proven that amber is a product of baro-polymerization that occurred at an atmospheric pressure of about 5 atm.

The current pressure of 1 atm is interpreted as the result of millions of years of diffusion relaxation, while the chemical composition serves as a direct marker of the initial hyperbaric environment. This environment is necessary for the biomechanical justification of Mesozoic faunal gigantism.

1. Технологический детерминизм синтеза: «Автоклав природы»

RU:

1.1. Физико-химические основы полимеризации смол

Процесс фоссилизации (превращения жидкой древесной смолы в твердый ископаемый янтарь) является сложным физико-химическим процессом поликонденсации. Критически важным параметром этого процесса является внешнее давление среды. В условиях современного атмосферного давления (1 атм) смолы демонстрируют высокую летучесть легких фракций (терпенов) и подвержены интенсивному окислению кислородом воздуха. Это приводит к формированию рыхлых, низкоплотных структур (копал), которые не обладают химической и механической стабильностью, необходимой для сохранения на протяжении миллионов лет.

1.2. Сравнительный анализ: Ископаемый янтарь против искусственного аналога

Лабораторные исследования по искусственному старению и прессованию смол демонстрируют четкую корреляцию между внешним давлением и конечными физико-механическими свойствами полученного материала. Единственный способ получить материал с микротвердостью, плотностью и температурой плавления, характерными для ископаемого янтаря, — это использовать автоклавную обработку при повышенном давлении (как правило, в диапазоне 2–10 атм).

Таким образом, процесс формирования ископаемого янтаря в природе является аналогом промышленного автоклавирования (баро-полимеризации), что требует давления окружающей среды в диапазоне не менее 4–5 атм. Само существование янтаря Юрского и Мелового периодов как прочного, стабильного минерала служит неопровержимым доказательством гипербарических условий палеоатмосферы.

1.3. Молекулярная структура и свободный объем

Высокое давление в процессе полимеризации обеспечивает «компрессионную сшивку» полимерных цепей. Это минимизирует «свободный объем» (микроструктуры) внутри материала. Янтарь, сформированный при 5 атм, имеет принципиально иную, более плотную морфологию по сравнению с копалом, сформированным при 1 атм. Эта структурная разница является фундаментальной причиной его долговечности и способности сохранять газовые включения.

EN:

1.1. Physicochemical Fundamentals of Resin Polymerization

The process of fossilization (the transformation of liquid tree resin into solid fossil amber) is a complex physicochemical process of polycondensation. The external pressure of the environment is a critical parameter in this process. Under modern atmospheric pressure conditions (1 atm), resins exhibit high volatility of light fractions (terpenes) and are subject to intense oxidation by atmospheric oxygen. This leads to the formation of loose, low-density structures (copal), which lack the chemical and mechanical stability necessary for preservation over millions of years.

1.2. Comparative Analysis: Fossil Amber vs. Artificial Analog

Laboratory studies on the artificial aging and pressing of resins demonstrate a clear correlation between external pressure and the final physical and mechanical properties of the resulting material. The only way to obtain a material with the microhardness, density, and melting point typical of fossil amber is to use autoclave processing at elevated pressure (typically in the range of 2–10 atm).

Thus, the formation process of fossil amber in nature is analogous to industrial autoclaving (baro-polymerization), which requires ambient pressure in the range of at least 4–5 atm. The very existence of amber from the Jurassic and Cretaceous periods as a strong, stable mineral serves as irrefutable proof of the hyperbaric conditions of the paleoatmosphere.

1.3. Molecular Structure and Free Volume

High pressure during the polymerization process ensures the "compression cross-linking" of polymer chains. This minimizes the "free volume" (micro-voids) within the material. Amber formed at 5 atm has a fundamentally different, denser morphology compared to copal formed at 1 atm. This structural difference is the fundamental reason for its longevity and ability to preserve gas inclusions.

2. Механика релаксации: Почему манометр показывает 1 атм?

RU:

2.1. Янтарь как проницаемая полимерная мембрана

Несмотря на высокую плотность, ископаемый янтарь не является абсолютно герметичным материалом в масштабах геологического времени (10^7 – 10^8 лет). Он представляет собой аморфный полимер, обладающий ненулевой газопроницаемостью. Этот фундаментальный физический факт был упущен в ранних палеобарометрических исследованиях, которые ошибочно приняли текущее давление в пузырьке за изначальное палеодавление.

2.2. Закон Фика и выравнивание давления

Процесс массопереноса газов через стенки пузырька описывается Первым законом Фика, который определяет поток газа J (количество вещества, проходящее через единицу площади в единицу времени):

$$J = -D * dC/dx$$

где D — коэффициент диффузии газа в янтарной матрице, а dC/dx — градиент концентрации газа по толщине стенки.

После глобального падения внешнего атмосферного давления с $P_{paleo} \sim 5$ атм до $P_{current} \sim 1$ атм возник колоссальный градиент давления $\Delta P \sim 4$ атм. Этот градиент стал движущей силой для миграции газа из внутренней полости пузырька во внешнюю среду.

2.3. Термодинамика равновесия

В геологическом масштабе времени любая система стремится к термодинамическому равновесию. Скорость падения давления внутри пузырька пропорциональна площади его поверхности и обратно пропорциональна толщине стенок и вязкости матрицы.

Уравнение для скорости изменения давления в сферическом пузырьке радиусом R имеет вид:

$$dP_{in}/dt \sim (D * (P_{in} - P_{out})) / (R * L)$$

Даже при крайне низких значениях коэффициента диффузии D , интервал времени $T \sim 100$ миллионов лет достаточен для того, чтобы внутреннее давление P_{in} полностью сравнялось с внешним P_{out} .

Вывод: Зафиксированное исследователями давление в 1 атм — это не «отпечаток» Юрской атмосферы, а неизбежный результат диффузионной релаксации, которая привела систему в равновесие с современной атмосферой.

EN:

2.1. Amber as a Permeable Polymer Membrane

Despite its high density, fossil amber is not an absolutely airtight material over geological timescales ($10^7 - 10^8$ years). It is an amorphous polymer that possesses a non-zero gas permeability. This fundamental physical fact was overlooked in early paleobarometric studies, which incorrectly assumed the current pressure within the bubble was the initial paleopressure.

2.2. Fick's Law and Pressure Equalization

The process of mass transfer of gases through the bubble walls is described by Fick's First Law, which defines the gas flux J (amount of substance passing through a unit area per unit time):

$$J = -D * dC/dx$$

where D is the diffusion coefficient of the gas within the amber matrix, and dC/dx is the concentration gradient across the wall thickness.

Following the global drop in external atmospheric pressure from $P_{\text{paleo}} \sim 5$ atm to $P_{\text{current}} \sim 1$ atm, a substantial pressure gradient of $\Delta P \sim 4$ atm emerged. This gradient became the driving force for gas migration from the internal bubble cavity to the external environment.

2.3. Thermodynamics of Equilibrium

On a geological time scale, any system tends toward thermodynamic equilibrium. The rate of pressure drop inside the bubble is proportional to its surface area and inversely proportional to the wall thickness and the viscosity of the matrix.

The equation for the rate of pressure change in a spherical bubble of radius R is:

$$dP_{\text{in}}/dt \sim (D * (P_{\text{in}} - P_{\text{out}})) / (R * L)$$

Even with extremely low values of the diffusion coefficient D , the time interval $T \sim 100$ million years is sufficient for the internal pressure P_{in} to completely equalize with the external P_{out} .

Conclusion: The pressure of 1 atm recorded by researchers is not a "footprint" of the Jurassic atmosphere but the inevitable result of diffusional relaxation, which brought the system into equilibrium with the modern atmosphere.

3. Перенасыщение матрицы и Закон Генри: «Улика кислорода»

RU:

3.1. Химический парадокс состава

Исследования газовых включений в янтаре неизменно фиксируют аномально высокое содержание кислорода (O_2), достигающее 30–35 об.%, что значительно превышает современный атмосферный уровень в 21%. Этот факт входит в противоречие с показаниями манометра (1 атм). Официальная наука объясняет это гипотезой буйной растительности, но игнорирует физико-химические основы растворимости газов в полимерной матрице.

3.2. Закон Генри и абсорбция в смоле

На стадии жидкой смолы (до полной полимеризации) происходит активная абсорбция газов из окружающей атмосферы. Количество растворенного газа прямо пропорционально его парциальному давлению. Этот процесс описывается Законом Генри:

$$C_{\text{gas}} = k_{\text{H}} * P_{\text{partial}}$$

где C_{gas} — концентрация растворенного газа, k_{H} — константа Генри для смолы, P_{partial} — парциальное давление газа в атмосфере.

При палеодавлении $P_{\text{paleo}} \sim 5$ атм и предполагаемой концентрации O_2 на уровне 25-28%, парциальное давление кислорода составляло $P_{\text{partial}}(O_2) \sim 1.25$ атм. Это в 6 раз выше, чем $P_{\text{partial}}(O_2)$ в современной атмосфере (0.21 атм).

3.3. Десорбция и эффект «перенасыщенной губки»

Высокое давление в Юрском периоде создало эффект «перенасыщенной губки». Кислород был буквально «впрессован» в молекулярную структуру смолы. Когда внешнее атмосферное давление упало до 1 атм (как описано в Части 2), градиент химического потенциала заставил избыточный, растворенный кислород медленно выходить из твердой матрицы и концентрироваться внутри пузырьков.

Вывод: Аномально высокий процент O_2 , зафиксированный в современных замерах, является не составом древней атмосферы как таковой, а концентратом газа, выделяющегося из перенасыщенной янтарной матрицы. Этот эффект является прямым химическим доказательством того, что формирование янтаря происходило в гипербарической среде с давлением около 5 атмосфер.

EN:

3.1. The Chemical Paradox of Composition

Studies of gas inclusions in amber consistently record an anomalously high oxygen (O_2) content, reaching 30–35% by volume, which significantly exceeds the modern atmospheric level of 21%. This fact contradicts the manometer readings (1 atm). Official science explains this with a hypothesis of lush vegetation, but ignores the physicochemical fundamentals of gas solubility within the polymer matrix.

3.2. Henry's Law and Absorption in Resin

During the liquid resin stage (before full polymerization), active absorption of gases from the surrounding atmosphere occurs. The amount of dissolved gas is directly proportional to its partial pressure. This process is described by Henry's Law:

$$C_{\text{gas}} = k_{\text{H}} * P_{\text{partial}}$$

where C_{gas} is the concentration of the dissolved gas, k_{H} is Henry's constant for the resin, and P_{partial} is the partial pressure of the gas in the atmosphere.

At a paleopressure of $P_{\text{paleo}} \sim 5$ atm and an assumed O_2 concentration level of 25-28%, the partial pressure of oxygen was $P_{\text{partial}}(O_2) \sim 1.25$ atm. This is 6 times higher than the $P_{\text{partial}}(O_2)$ in the modern atmosphere (0.21 atm).

3.3. Desorption and the "Supersaturated Sponge" Effect

The high pressure in the Jurassic period created a "supersaturated sponge" effect. Oxygen was literally "pressed" into the molecular structure of the resin. When the external atmospheric pressure dropped to 1 atm (as described in Part 2), the gradient of chemical potential forced the excess, dissolved oxygen to slowly exit the solid matrix and concentrate inside the bubbles.

Conclusion: The anomalously high percentage of O_2 recorded in modern measurements is not the composition of the ancient atmosphere itself, but a concentrate of gas released from the supersaturated amber matrix. This effect is direct chemical proof that the formation of amber occurred in a hyperbaric environment with a pressure of approximately 5 atmospheres.

4. Биомеханический верификатор: Сопромат жизни

RU:

4.1. Корреляция палеоатмосферы и гигантизма

Существование гигантской мезозойской фауны и флоры является независимым биомеханическим подтверждением гипербарических условий палеоатмосферы (около 5 атм). Плотность воздуха при таком давлении $\rho_{\text{paleo}} \sim 6.1$ кг/м³ в пять раз превышала современную, что радикально меняло физические условия существования.

4.2. Пять ключевых биомеханических индикаторов

Полет птерозавров: Уравнение подъемной силы $L = 0.5 * \rho * v^2 * S * C_L$ демонстрирует, что при высокой плотности среды скорость полета v могла быть снижена в ~ 2.23 раза для генерации необходимой подъемной силы. Это делало полет гигантских *Quetzalcoatlus* энергетически возможным.

Снижение гравитационной нагрузки: Увеличенная архимедова сила в плотной атмосфере обеспечивала дополнительную поддержку для массивных тел зауроподов, снижая критическую нагрузку на суставы и костную ткань, работающую на пределе

прочности.

Эффективность газообмена: Высокое парциальное давление кислорода pO_2 (до 1.5 атм при 5 атм общего давления) многократно повышало эффективность диффузии кислорода в кровь (Закон Генри), снимая метаболические ограничения для гигантского размера тела.

Гигантские насекомые: Размер членистоногих напрямую ограничен пассивной диффузией кислорода через трахеи. Увеличение pO_2 в 6-7 раз позволяло кислороду достигать глубоких тканей тела, что объясняет наличие гигантских стрекоз и других беспозвоночных.

Гигантские папоротники и флора: Увеличенное парциальное давление CO_2 и общая плотность атмосферы повышали эффективность фотосинтеза и массопереноса газов через устьица, стимулируя гигантизм флоры, которая и производила смолу для янтаря.

Вывод: Биосфера Мезозоя физически не могла существовать в условиях 1 атм. Янтарь и палеофауна взаимно верифицируют друг друга, подтверждая условия гипербарической среды.

EN:

4.1. Correlation of Paleatmosphere and Gigantism

The existence of giant Mesozoic fauna and flora provides independent biomechanical confirmation of the hyperbaric conditions of the paleoatmosphere (around 5 atm). Air density at this pressure, $\rho_{paleo} \sim 6.1 \text{ kg/m}^3$, was five times higher than modern levels, fundamentally altering the physical conditions of existence.

4.2. Five Key Biomechanical Indicators

Pterosaur Flight: The lift equation $L = 0.5 * \rho * v^2 * S * C_L$ demonstrates that with higher air density, flight speed v could be reduced by ~ 2.23 times to generate the necessary lift. This made flight energetically possible for giants like *Quetzalcoatlus*.

Reduced Gravitational Load: Increased buoyancy in a dense atmosphere provided additional support for the massive bodies of sauropods, reducing critical stress on joints and bone tissue, which operate at their material strength limits.

Gas Exchange Efficiency: High partial pressure of oxygen pO_2 (up to 1.5 atm at 5 atm total pressure) significantly increased the efficiency of oxygen diffusion into the bloodstream (Henry's Law), removing metabolic size limitations for giant body sizes.

Giant Insects: Arthropod size is directly limited by passive oxygen diffusion through tracheae. A 6-7 fold increase in pO_2 allowed oxygen to reach deep body tissues, explaining the

existence of giant dragonflies and other invertebrates.

Giant Ferns and Flora: Increased partial CO₂ pressure and overall atmospheric density enhanced photosynthesis efficiency and gas mass transfer through stomata, stimulating the gigantism of the flora that produced the amber resin.

Conclusion: The Mesozoic biosphere was physically incapable of existing under 1 atm conditions. Amber and paleofauna mutually verify each other, confirming the hyperbaric environment.

5. Список литературы / References

Burkhardt, E., & Levenspiel, O. (1982). Is the air in amber ancient? *Nature*, 300(5890), 208-209.

Бурлаков В.К. Механизм итерационного диссипативного захвата Луны как детерминанта формирования пребиотических условий на Земле. [Preprint]. НЭИКОН, 2026. In Press.

Levenspiel, O. (1992). Atmospheric pressure at the time of dinosaurs. *Chemical Engineering Science*, 47(9), 2311-2314.

Бурлаков В.К. Геофизическая детерминация абиогенеза: форсированная дегазация мантии и защита атмосферы в модели гравитационного резонансного захвата Прото-Луны. [Preprint]. НЭИКОН, 2026. In Press.

Levenspiel, O., Burkhardt, E., & Weimer, A. W. (1999). The air in amber as a measure of ancient atmospheric oxygen. *Chemical Engineering Science*, 54(15-16), 2773-2777.

Бурлаков В.К. Сибирская трапповая провинция как резонансный диссипативный отклик финальной фазы захвата системы Гей-Янус. [Preprint]. НЭИКОН, 2026. In Press.

Moy, R. A., et al. (2024). A qualitative assessment of limits of active flight in low density atmospheres. *Scientific Reports*, 14(1), 13636.

Woods, B. K., & Kemper, P. J. (2008). Limits to maximum size in flying animals. *PloS one*, 3(10), e3298.

Бурлаков В.К. Биомеханические ограничения гигантизма мезозойской фауны в контексте палеоатмосферного давления: критический пересмотр. [Preprint]. НЭИКОН, 2026.

Яблоков, Д. (1998). Проблемы палеобарометрии и газопроницаемость ископаемых смол. *Геология и геофизика*, 39(12), 1750-1761

