

УДК 622.831.3

DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-6-863-872

Деформация земной коры: способы изучения, закономерности, проблемы

А. В. Зубков, С. В. Сентябов

Институт горного дела Уральского отделения РАН, 620075, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58,
e-mail: sentyabov1989@mail.ru

Поступила в редакцию 29.01.2020 г., принята к печати 28.02.2020 г.

Объект исследований. Деформации и напряженное состояние массива горных пород на объектах недропользования. **Материалы и методы исследования.** Результаты длительного геодеформационного мониторинга природных напряжений и деформаций массива горных пород на рудниках Урала, проводимого лабораторией геодинамики и горного давления ИГД УрО РАН в течение последних 20 лет, дали основание предложить новую структуру поля естественных напряжений с привязкой их изменения во времени. Средства измерения проверяются по эталонам длины и веса, включая маркшейдерские рулетки, ленты, проволоки различного химического состава, свето- и радиодальномеры. **Результаты.** Определены параметры переменной составляющей поля напряжений с хронологической привязкой и сделан прогноз нагрузок на рудниках как в горно-капитальных, так и подготовительно-нарезных выработках на перспективу до 2022 г. Исследования показали, что в массиве горных пород наряду с литостатическими (гравитационными) и тектоническими напряжениями необходимо выделять переменные “астрофизические” напряжения, обусловленные циклическими расширением и сжатием Земли. **Выводы.** С использованием результатов замеров в доступном для нас 11-летнем наноцикле солнечной активности выявлены закономерности формирования деформации и напряжений массива горных пород. Представлен прогноз природных напряжений при увеличении переменных “астрофизических” напряжений в предстоящем цикле солнечной активности. В настоящее время мы измеряем деформацию массива горных пород, используя методы, основанные на различных физических принципах. Сами результаты являются относительными и не позволяют судить об абсолютной величине. Численные значения десятков фундаментальных физических констант также переменные. Международному содружеству ученых необходимо разработать механизм отслеживания изменения их величины во времени.

Ключевые слова: измерительные инструменты, маркшейдерские рулетки, свето- и радиодальномеры погрешности измерения, астрофизическая относительная деформация Земли, массив горных пород, астрофизические напряжения, квантованное пространство-время, фундаментальные физические константы

Источник финансирования

Работа выполнена по теме государственного задания № 0405-2019-0007

Deformation of the Earth's crust: measurement methods, regularities, nature

Al'bert V. Zubkov, Sergei V. Sentyabov

Institute of Mining, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 58 Mamin-Sibiryak st.,
Ekaterinburg 620075, Russia, e-mail: sentyabov1989@mail.ru

Received 29.01.2020, accepted 28.02.2020

Research subject. This paper investigates rock deformations and stress states in mineral excavation sites. **Materials and research methods.** On the basis of a 20-year geodeformational monitoring of natural stresses and deformations in the rock mass at mining sites in the Urals, carried out by the Laboratory of Geodynamics and Rock Pressure at the Institute of Geology and Geology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, we propose a novel structure of natural stress fields with reference to their change over time. Measuring instruments should be calibrated using standards of length and weight, including surveying tape measures, tapes, wires of various chemical composition, light and radio-range finders. **Results.** For the mining sites under study, the parameters of the variable component of stress fields with a chronological reference were determined, along with a forecast of loads both during preparatory and mining stages up to 2022. The ex-

Для цитирования: Зубков А.В., Сентябов С.В. (2020) Деформация земной коры: способы изучения, закономерности, проблемы. *Литосфера*, 20(6), 863–872. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-6-863-872

For citation: Zubkov A.V., Sentyabov S.V. (2020) Deformation of the Earth's crust: measurement methods, regularities, nature. *Litosfera*, 20(6), 863–872. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-6-863-872

© А.В. Зубков, С.В. Сентябов, 2020

periments showed that, along with lithostatic (gravitational) and tectonic stresses, it is necessary to distinguish variable “astrophysical” rock stresses due to the cyclic expansion and contraction of the Earth. *Conclusions.* Using available measurements obtained during the most recent 11-year nanocycle of solar activity, regularities in the formation of rock deformations and stresses were revealed. A forecast of natural stresses with an increase in variable “astrophysical” stresses in the upcoming solar activity cycle was made. Measurements of rock deformations are currently performed using methods based on various physical principles. The results obtained thus far are relative, not permitting to judge about absolute values. The numerical values of dozens of fundamental physical constants are also variable. The international community of scientists should develop a mechanism to track changes in their magnitude over time.

Keywords: *measuring instruments, surveying roulettes, light and radio range finders, measurement errors, astrophysical relative deformation of the Earth, rock mass, astrophysical stresses, quantized space-time, fundamental physical constants*

Funding information

The research was carried out on the topic of state task No. 0405-2019-0007

ВВЕДЕНИЕ

В геомеханике одним из основных направлений исследований является изучение напряженно-деформированного состояния массива горных пород. В соответствии с законом Гука, напряжения при упругой деформации тела пропорциональны его относительной деформации и именно с нее начинается процесс изучения состояния массива.

Статья является продолжением исследований, представленных в работах (Зубков, 2005, 2013, 2019), во время которых был проведен анализ работоспособности ряда методов измерения длин базисов при контроле точности измерений через их тарирование по эталонам длины Международного бюро мер и весов.

Необходимо учитывать следующее:

- на Земле прослеживаются циклы растяжения и сжатия с периодами: от часов, дней до десятков, сотен и тысяч лет;
- наблюдаемые явления присущи земной коре и ее составляющим – разновидностям массивов горных пород и металлам.

Сложность изучения этого состояния заключается в том, что во времени изменяются параметры не только исследуемого объекта, но и параметры измерителей, эталоны длины, массы и др. Также с учетом выявленных закономерностей под вопросом находятся величины нескольких фундаментальных физических констант, таких как скорость света и гравитационная постоянная.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время при измерении деформации массива горных используются: 1) спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС, 2) лазерные дальномеры (ЛД), 3) лазерные интерферометры (ЛИ), 4) кварцевые трубчатые деформометры (КТД), 5) нейтринные дальномеры, 6) маркшейдерские рулетки и мерные проволоки (МР).

Результаты, полученные при использовании данных методов, представлены в табл. 1 и 2.

Эволюция Земли неразрывно связана с ее периодическим расширением и сжатием, проявляющимися в деформации земной коры (Зубков, 2019). При выражении деформации в относительных единицах появляется возможность определить напряженное состояние массива в соответствии с законом Гука при принятом модуле упругости массива горных пород $E_{\text{мгп}}$:

$$\sigma_{\text{мгп}} = \varepsilon_{\text{мгп}} \cdot E_{\text{мгп}}.$$

Поскольку массив горных пород деформируется миллионы лет, необходимо оценивать изменение относительной деформации за отрезок времени, в течение которого ведутся инструментальные наблюдения, измеряя исследуемые базисы в период времени от t_0 до t_1 :

$$\varepsilon_{\text{мгп}(t_{01}-t_1)} = \frac{Bt_1 - Bt_0}{Bt_0}.$$

Переменная составляющая напряженно-деформированного состояния массива горных пород на рудниках Урала и Сибири определена в результате экспериментального измерения на глубинах более 400 м, т.е. ниже зоны дезинтеграции массива горных пород, вызванного знакопеременными подвижками по нарушениям. Установлено, что изменение относительной деформации массива горных пород $\varepsilon_{\text{АФ}}$ за период с 1990 г. по настоящее время достигало $-2.0 \cdot 10^{-4}$.

Графики изменения относительной деформации $\Delta\varepsilon_{\text{АФ}}$ и переменной “астрофизической” составляющей природных напряжений $\Delta\sigma_{\text{АФ}}$ совместно с графиками изменения излучения солнца S_0 , интенсивности галактических космических лучей (%) (Зубков и др., 2019) и интенсивности землетрясений (N) (Халилов, 2016) представлены на рис. 1.

Полученные в результате 30-летних исследований параметры относительной деформации массива горных пород $\varepsilon_{\text{АФ}}$ и переменных “астрофизиче-

Таблица 1. Относительная деформация массива горных пород

Table 1. Relative deformation of rock mass

№ п.п.	Объект исследования, местоположение	Инструмент исследования	Базис	Интервал времени	Относительная деформация, $\varepsilon \cdot 10^6$
1	Байкало-монгольский регион (Лухнев и др., 2001) размеры по широте 14° , по долготе 26°	GPS	Сотни км	1994–2001 гг.	–0.15
2	г. Екатеринбург (Зубков и др., 2015)	GPS	2.4–5.4 км	2002–2007 гг.	+0.13
3	г. Екатеринбург (Зубков и др., 2015)	GPS	706 м	2003–2010 гг.	–5.4
4	Сарбайское месторождение (Зубков, 2001)	GPS	4878 м	2002–2010 гг.	<–0.1
5	Сарбайское месторождение (Зубков, 2001)	GPS	4878 м	1–2 ч	± 3.5
6	Арти–ИГД УрО РАН (Зубков, 2001)	GPS	–	1–2 ч	± 6.9
7	г. Екатеринбург (Зубков, 2013)	ЛД	706 м	2003–2007 гг.	–0.006
8	г. Екатеринбург (Зубков, 2013)	ЛД	706 м	2010–2016 гг.	–2.8...–12.0
8	Обсерватория Ала-Арча, северный Тянь-Шань, штольня (Зубков и др., 2015)	ЛД	25 м	1996–2001 гг.	–3.0
9	Месторождение Антей, рудник, Н = 300 м (Афанасьев, 1998)	ЛД	50 м	2001–2010 гг.	+7.0
10	Боксанское ущелье (Милановский, 1984)	ЛИ	75 м	Сутки	± 1.6
11	Обсерватория Ала-Арча (Зубков и др., 2015)	КТД	8.5 м	Год	± 6.0
12	г. Нижний Тагил, рудник, Н = 400 м (Зубков, 2013)	КТД	3.5 м	1989–1996 гг.	–4.0
13	Рудники Урала, Н = 460–830 м (рис. 1) (Добрецов, 1977)	МР	50 м	Сутки	± 3.0
14	Шахта Северопесчанская (Росинформуголь, 2019)	МР	160 м	14 дней	$\pm (8.0–16.0)$
	Поверхность, азимут 0°	МР	111 м	2002–2010 гг.	–120.0
	Н = 180 м, азимут 90°	МР	111 м	2002–2019 гг.	–136.0
	Н = 460 м, азимут 180°	МР	260 м	1980–1986 гг.	–500.0
				1986–1991 гг.	+500.0
				1980–1986 гг.	–450.0
				1986–1991 гг.	+450.0
				1980–1986 гг.	–450.0
				1986–1991	+450.0

Примечание. ЛД – лазерный дальномер, ЛИ – лазерный интерферометр, КТД – кварцевый трубчатый деформометр, МР – маркшейдерская рулетка.

Note. (ЛД) LD – laser rangefinder, (ЛИ) LI – Laser interferometer, (КТД) KTD – quartz tube deformometer, (МР) MST – mine surveying tape.

Таблица 2. Относительная деформация массива горных пород, $\varepsilon_{\text{мгп}} \cdot 10^4$

Table 2. Relative deformation of the rock mass, $\varepsilon_{\text{мгп}} \cdot 10^4$

Способ измерения	2007 г.	2010 г.	2012 г.	2013 г.	2016 г.
В шахтах					
Маркшейдерская рулетка	–0.71	–1.22	–1.02	–1.00	–1.10
На поверхности					
GPS, м	–	705.939	705.939	705.939	705.939
По дальномеру, м	–	705.933	705.937	705.934	705.927
$\varepsilon_{\text{мгп}}$	–	–0.086	–0.028	–0.057	–0.120
GPS, м	805000(MINOS)	–	730534(OPERA)	–	–
Нейтрино, м	804960	–	730507	–	–
$\varepsilon_{\text{мгп}}$	–0.50	–	–0.38	–	–

ских” напряжений $\sigma_{\text{АФ}}$ имеют очень важное значение для недропользования, судя по катастрофическим авариям на наземных и подземных сооружениях в период достижения $\varepsilon_{\text{АФ}}$ и $\sigma_{\text{АФ}}$ экстремальных значений (табл. 3).

Экспериментальным путем определены гравитационная, тектоническая и переменная “астрофи-

зическая” составляющие напряженного состояния массива крепких горных пород:

– значение гравитационной составляющей определяется с учетом значения (γH);

– значение тектонической составляющей находится в пределах 0–40 МПа и зависит от условий конкретного месторождения;

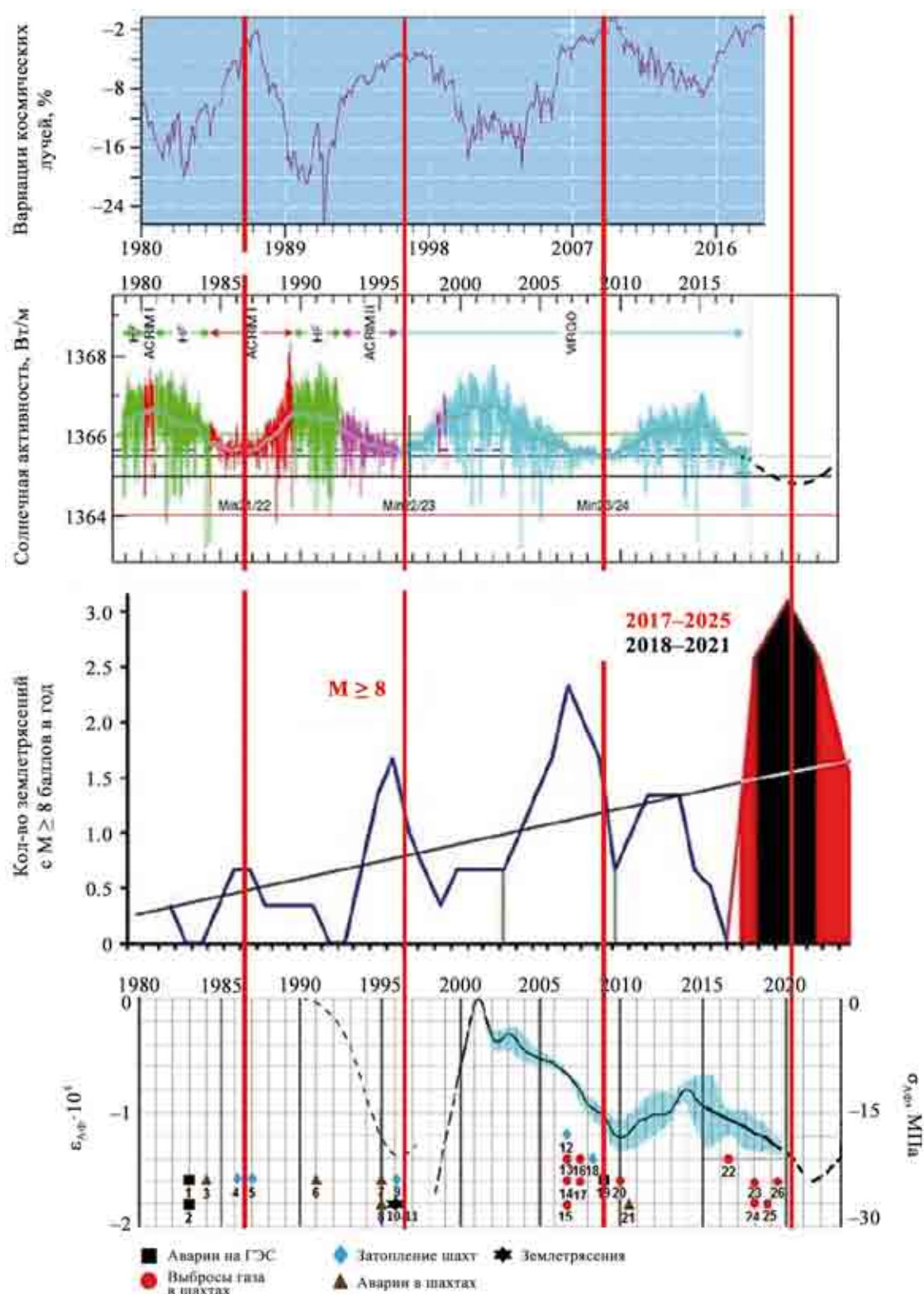


Рис. 1. Изменение средних значений параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород (σ_{AF} и ϵ_{AF}) на Урале на фоне аварий на рудниках, изменения излучающей способности Солнца S_o , интенсивности космического излучения (%) и землетрясений (N).

Fig. 1. Change in the average values of the parameters of the stress-strain state of a rock mass (σ_{AF} and ϵ_{AF}) in the Urals against the backdrop of accidents in mines, changes in the solar emissivity S_o , cosmic radiation intensity (%) and earthquakes (N).

Таблица 3. Аварии на ГЭС, рудниках и шахтах

Table 3. Accidents at hydroelectric power stations, mines and mines

№ п.п.	Место аварии	Год	$\sigma_{\text{АФ}}$	Последствия аварии
1	Тактогульская ГЭС	1983	$\approx \text{max}$	Повреждение болтов крышки турбины в результате деформации колодца при его сжатии
2	Нурекская ГЭС	1983	$\approx \text{max}$	Повреждение 50 из 72 гаек и шпилек (69%) крышки турбины
3	Шахтный ствол, г. Хромтау	1984	max	Разрушено 200 м бетонной крепи H = 520–720 м
4	Березниковский рудник-3	1986	$\approx \text{max}$	Затопление рудника
5	г. Пейшнц-Лейк, Канада	1987	min	То же
6	Рудник Таштагольский, ствол “Сибиряк”	1991	min	Трещины разрыва в бетонной крепи на H = 560–606 м и в крепи на H = 840–965 м
7	ЮУБР	1995	$\approx \text{max}$	Обрушение целиков в шахте на S = 0.42 млн м ²
8	Соликамский рудник-2	1995	max	Обрушение целиков в шахте на S = 0.42 млн м ²
9	г. Потокан, Канада	1996	min	Затопление рудника
10	г. Нефтегорск	1995	min	M = 7.7; город разрушен полностью, погибло 70% населения (2247 чел.)
11	г. Кобе, Япония	1995	min	M = 7.3; разрушено 200 тыс. зданий, погибло 6434 чел.
12	Березниковский рудник-3	2006	$\approx \text{max}$	Затопление рудника
13	Шахта им. Засядько, Украина	2006	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 13 чел.
14	Шахта им. Ленина, Казахстан	2006	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погиб 41 чел.
15	Шахта Halemba, Силезия	2006	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 23 чел.
16	Шахта Ульяновская, Кузбасс	2007	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 110 чел.
17	Шахта им. Засядько, Украина	2010	max	Выброс газа. Погибло 89 чел.
18	г. Эстерхези, Канада	2008	max	Затопление рудника
19	Саяно-Шушенская ГЭС	2009	$\approx \text{max}$	Обрыв 65% гаек и шпилек крышки турбины. Погибло 75 чел.
20	Шахта Распадская, Кузбасс	2010	max	Выброс газа. Погибло 90 чел.
21	Шахта Сан-Хосе, Чили	2010	max	Затопление рудника
22	Шахта Северная, г. Воркута	2016	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 32 чел.
23	Шахта в Польше	2018	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 13 чел.
24	Шахта в Китае	2018	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 5 чел.
25	Шахта в Донбассе	2019	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 17 чел.
26	Рудник в г. Норильск	2019	$\approx \text{max}$	Выброс газа. Погибло 3 чел.

– значение переменной “астрофизической” составляющей, определяемое для всей земной коры, зафиксировано в пределах от 0 до 20 МПа, при этом прогнозируется его увеличение до 2022 г. на 3–4 МПа в год.

Именно переменные “астрофизические” напряжения, суммируясь с гравитационными и тектоническими составляющими массива горных пород, в периоды экстремумов инициируют техноприродные катастрофы.

Изменения $\varepsilon_{\text{АФ}}$ получены при измерении базисов длиной 50 м маркшейдерской рулеткой при использовании математического аппарата для гибких нитей, что позволило измерять длину базисов с погрешностью не более 0.5 мм. Подобную работу необходимо провести во всех регионах мира, оценив время наступления критической геомеханической ситуации на всех значимых месторождениях и предприняв все возмож-

ные геомеханические и технологические корректировки.

Для продолжения функционирования горнодобывающей промышленности в этих экстремальных условиях необходимы: формирование системы горно-геологического и технологического аудита запасов полезных ископаемых; разработка и внедрение технологий добычи и комплексного использования сырья, попутного извлечения полезных ископаемых, в том числе из вскрышных и вмещающих пород, а также при переработке забалансовых руд и отходов недропользования; вовлечение в освоение ранее выявленных месторождений с бедными и труднообогатимыми рудами с использованием новых технических и технологических решений.

Подтверждением того, что все материальное деформируется, являются работы по фиксации массы платиноиридиевого эталона, который

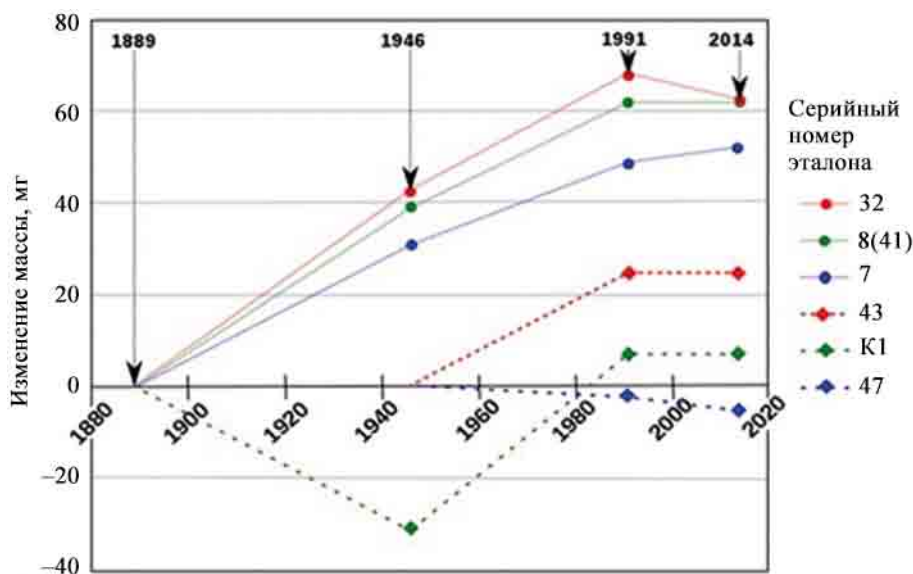


Рис. 2. Дрейф массы копий эталона.

Fig. 2. The drift of the mass of copies of the standard.

был установлен при взвешивании 1 л воды, налитой в емкость из такого же металла в 1893 г. (ВІРМ, 2019). При повторном налипании воды в 1950–1960-е гг., когда наблюдалось расширение Земли и Солнца, ее вошло больше на 50 мкг. Следовательно, металлическая емкость деформируется, расширяясь больше, чем вода, на $\Delta\epsilon = 1.7 \cdot 10^{-8}$ (рис. 2).

Ложе океана (массив горных пород) сжимается больше, чем вода, и наблюдается затопление прибрежных территорий. В результате вытеснения воды с периодичностью 10 лет происходит заток ее излишков из Атлантики в Балтику (Емельянов, Гриценко, 2004).

На микроуровне в XXI в. появилась проблема изменения радиуса протона (Бернауэр, Рандольф, 2019). В нашем понимании изменение радиуса протона аналогично изменению радиуса Земли, что вызывает изменение относительной деформации массива горных пород $\epsilon_{\text{АФ}}$. Представление об изменении относительного радиуса протона $\epsilon_{\text{Рр}}$ аналогично $\epsilon_{\text{АФ}}$ показывает их идентичность (табл. 4). Можно даже сделать прогноз до 2022 г., а впереди прогнозируются еще две ступени уменьшения $\epsilon_{\text{р}}$ и $\epsilon_{\text{АФ}}$ – к 2032 и 2043 гг. В связи с наблюдаемым явлением ставится под вопрос постоянство массы протона и постоянной Ридберга.

В галактике Млечный Путь зафиксировано 46 тыс. переменных звезд, которые изменяют свою светимость в зависимости от времени с циклическостью от месяцев до десятков лет. Циклическость около 12.3 года имеет изменение яркости звезды μ Цефея (Хаманович, 2015), которую наблюдали с 1916 по 1928 г. (рис. 3).

Наблюдающееся значительное различие величин относительной деформации на макроуровне (Солнце, звезды), среднем уровне (массив горных пород) и микроуровне (протон), определенное различными методами на Земле и в космосе, можно гипотетически объяснить различными обстоятельствами.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе изложенного можно заключить, что деформируется не только земная кора, но и материя (материя звезд, земная кора, массив горных пород и элементарные частицы), которые находятся в космическом “эфире”, а не просто в вакууме, который различные исследователи трактуют по-разному: черная материя, черная энергия, сверхдлинные гравитационные волны, магнитно-звуковые волны, четырехмерное пространство-время, квантованное пространство-время (КПВ).

Проанализированные исследования (Stachel, 2002) применимы и к скорости электромагнитных волн лазерных дальномеров и радиодальномеров.

1. При использовании GPS размер Земли принят за неизменный, поэтому относительная деформация массива горных пород $\epsilon_{\text{МП}} \approx 0$ при $V_{\text{эм}} \neq \text{const} = f(\rho)$.

Математический аппарат спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС основан на том, что размер Земли считается неизменным. В этих условиях базисы между пунктами коррекции орбит спутников должны быть постоянными. В системе GPS такие пункты расположены на вулкани-

Таблица 4. Относительное изменение радиуса протона R_p и Земли R_3

Table 4. Relative change in the radius of the proton R_p and Earth R_3

Годы	$R_p \cdot 10^{16}$, м	$\epsilon_{R_p} \cdot 10^4$	$\epsilon_{мп} = \epsilon_{R_3} \cdot 10^4$	$\epsilon_{R_p}/\epsilon_{R_3}$
2001	9.2*	0	0	0
2006–2007	8.79	–445	–0.63	706
2009	8.409	–860	–1.03	834
2010	8.4184	–850	–1.22	697
2013	8.4087	–860	–1.00	860
2017	8.335	–940	–1.11	847
2018	8.414	–854	–1.18	723
2019	8.311	–966	–1.36	710
2022	8.068*	–1230*	–1.60*	768*
				Среднее значение 768

*Прогноз.

*Prognosis.

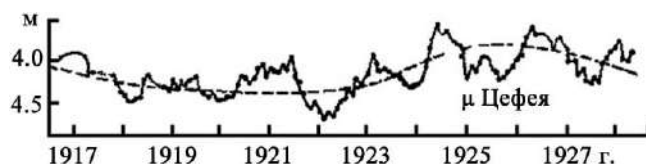


Рис. 3. График пульсации яркости звезды μ Цефея.

Fig. 3. Graph of the pulsation of the brightness of the star μ Cephei.

ческих островах в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах (на океанических литосферных плитах), в системе ГЛОНАСС – на Евразийской литосферной плите.

Следовательно, высокоточная система GPS на всей территории Земли фиксирует $\epsilon_{мп}$, близкую к нулю. Это означает только то, что океанические и континентальные литосферные плиты деформируются во времени на одинаковую величину с разницей в несколько процентов или даже долей процента.

2. При использовании лазерного дальномера, в котором скорость электромагнитных волн $V_{эм}$ совпадает со скоростью света V_c и зависит от времени прохождения волны от t_0 до t_1 , гипотетически принимаем:

$$t_0 = \frac{B_0}{V_{эм0}}, t_1 = \frac{B_1}{V_{эм1}} \text{ и } t_0 \approx t_1,$$

где $V_{эм0}$ и $V_{эм1}$ – скорость электромагнитных волн в период измерения во времени t_0 и t_1 соответственно, B_0 и B_1 – базисы в период измерения во времени t_0 и t_1 соответственно.

Если изменение базиса и $V_{эм}$ волны пропорционально одинаково, то

$$t_1 V_{эм0} = B_0 = \text{const} \rightarrow \epsilon < \pm(3-9) \cdot 10^{-6}.$$

3. При применении лазерных интерферометров в случае объемной деформации массива горных пород, вызванной волнами КПВ (Леопов, 2010), когда $\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z$, деформация плеч интерферометра по этим осям будет одинаковой и интерференции наблюдаться не будет. Поэтому Баксанский интерферометр фиксирует лишь годовые солнечные приливы, т.е. воздействие гравитационных сил, выдавая стабильно в течение 2005–2011 гг. относительную деформацию $\epsilon_{мп} = \pm 1 \cdot 10^{-6}$.

4. При использовании кварцевых трубчатых деформометров

$$B_{мп0} - B_{мп1} = \Delta B_{мп},$$

$$B_{квтр0} - B_{квтр1} = \Delta B_{квтр},$$

где $B_{мп0}$ и $B_{мп1}$ – база кварцевых трубок в период измерения во времени t_0 и t_1 соответственно, $B_{квтр0}$ и $B_{квтр1}$ – база массива горных пород в период измерения во времени t_0 и t_1 соответственно.

Если $\Delta B_{мп} \approx \Delta B_{квтр}$, то

$$\epsilon_{мп} = \frac{\Delta B_{мп} - \Delta B_{квтр}}{\Delta B_{квтр}} \approx 0.$$

Поскольку волны КПВ, света и лазерных дальномеров имеют одинаковую электромагнитную природу, при увеличении плотности волны КПВ со времени t_1 до t_2 уменьшается длина базиса $B_{t1} > B_{t2}$, уменьшается скорость волны дальномера $V_{д1} > V_{д2}$, а время прохождения волн останется неизменным $t_1 \approx t_2 \approx \text{const}$. При умножении принятой наукой скорости волны дальномера V_d на $t = \text{const}$ мы получаем практически неизменный от времени базис $Bt = V_d t$, что и видно в табл. 1.

Следовательно, использование теории КПВ позволяет гипотетически объяснить все значительно различающиеся результаты измерения и логической оценки деформации материи на Земле и в космосе. Определить истинную длину базиса B_n при использовании спутниковых навигационных си-

стем (СНС) (Генике, Побединский, 1999) $B_{\text{снс}}$ можно, введя в полученный результат поправочный коэффициент, учитывающий астрофизическую деформацию земной коры в данный момент времени $\varepsilon_{\text{АФ}}$, согласно патенту ИГД УрО РАН № 2613929:

$$B_{\text{п}} = B_{\text{снс}} (1 + \varepsilon_{\text{АФ}}).$$

Из изложенного видно, что различные объекты материального мира реагируют на волны КППВ по-разному. Также это относится и к средствам измерения, работающим на основе различных физических принципов. В результате в настоящее время невозможно получить “точную” величину не только измеряемого базиса и его относительной деформации, но и другие характеристики ряда фундаментальных физических констант, подобных скорости электромагнитных волн.

В работе Н.В. Косинова (2019) показано, что гравитационную постоянную можно получить путем перемножения комбинации из 19 фундаментальных физических констант:

$$\begin{aligned} G &= l_u^5 / t_u^3 h_u D_o, & G &= c^3 l_{\text{pl}}^2 \alpha / h_u, \\ G &= h_u l_u / t_u m_e^2 D_o, & G &= c^5 t_{\text{pl}}^2 \alpha / h_u, \\ G &= h_u c / \alpha m_{\text{pl}}^2, & G &= h_u \alpha^2 / 4\pi t_u m_{\text{pl}}^2 R_{\infty}, \\ G &= R_k l_u^4 \cdot 10^7 / h t_u^2 D_o, & G &= c^4 l_u / E_e D_o, \\ G &= l_u^4 10^7 / e^2 t_u^2 D_o, & G &= 2 l_u^5 \alpha H / t_u^2 h_u, \\ G &= l_u^3 / t_u^2 m_e D_o, & G &= E_h l_u / \alpha^2 m_e^2 D_o, \\ G &= 2\pi c^3 l_u^2 / \alpha h D_o, & G &= 4\mu_B \alpha^2 \cdot 10^{-7} / l_u^2 m_e^2 D_o. \end{aligned}$$

Из приведенных формул видно, что гравитационная константа G выражается с помощью других фундаментальных констант очень компактными и простыми соотношениями. В числе констант, с помощью которых представлена гравитационная константа, использованы следующие: фундаментальный квант h_u , скорость света c , постоянная тонкой структуры α , постоянная Планка h , число π , фундаментальная метрика пространства-времени ($l_u t_u$), элементарная масса m_e , элементарный заряд e , большое число D_o , планковские единицы длины l_{pl} , массы m_{pl} , времени t_{pl} , константа Ридберга R_{∞} , магнетон Бора μ_B , постоянная Хаббла H , энергия покоя электрона E_e , константа фон Клитцинга R_k , энергия Хартри E_h .

Профессор С.Э. Шноль обратил внимание на то, что результат исследований не имеет однофазного значения и подвержен непонятным флуктуациям, которые связаны с флуктуациями пространства-времени: “Из совокупности результатов сделан вывод, в соответствии с которым представляется вероятным, что дискретные флуктуации измеряемых величин являются следствием флуктуаций пространства-времени, являющиеся, в свою очередь, следствием движения изучаемых объектов

в неоднородном гравитационном поле. Эта неоднородность, по-видимому, обусловлена наличием “небесных тел” – сгущениями масс в окружающем пространстве; при движении объекта относительно этих тел, в неоднородном гравитационном поле, возникают гравитационные волны. В каждой точке пространства-времени происходит интерференция этих волн. Соответствующая интерференционная картина проявляется в тонкой структуре изучаемых нами гистограмм” (Шноль, 2019).

В 1987 г. немецкий физик-теоретик К. Веттерих представил “эфир” как темную энергию, назвав ее “квинтэссенцией”, плотность которой может варьироваться в пространстве и времени (Wetterich, 1988, 1995). Некоторые ученые полагают, что наилучшем свидетельством в пользу квинтэссенции явилось бы нарушение принципа эквивалентности Эйнштейна и вариации фундаментальных констант в пространстве и времени (Игнатъев, 2016).

На базе имеющегося багажа знаний мы отдаем предпочтение волнам квантованного пространства-времени, а не гравитационным волнам и темной энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

1. В результате длительного геодеформационного мониторинга напряженно-деформированного состояния массива крепких горных пород выявлены закономерности формирования напряжений в результате суммирования гравитационных, тектонических и переменных “астрофизических” сил. Гравитационную составляющую напряжений (γH) находят путем расчета, тектоническую можно только измерить экспериментально на конкретном месторождении, и она находится в пределах 0–40 МПа. Переменная “астрофизическая” составляющая, зафиксированная как единая для всей земной коры в пределах 0–20 МПа, может возрастать до 2022 г. на 3–4 МПа в год. Именно переменные “астрофизические” напряжения, суммируясь с гравитационными и тектоническими составляющими массива горных пород, в периоды экстремумов инициируют техноприродные катастрофы, приводящие к гибели сотен и тысяч людей.

2. В настоящее время для определения деформации массива горных пород использовались методы, основанные на различных физических принципах. Сами результаты являются относительными и не позволяют судить об ее абсолютной величине. Следовательно, изучать физические законы жизни Вселенной необходимо, познавая их в недрах Земли – в земной коре и литосфере, в пределах прямого доступа.

3. Целесообразно использовать общеизвестные эталоны длины и массы, но строго документируя время сверки рабочих и эталонных показателей для их анализа в будущем.

4. Проблему уточнения других фундаментальных физических констант необходимо будет решать, проводя экспериментальные и теоретические исследования, продолжительность которых составит несколько десятилетий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афанасьев С.Л. (1998) Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. *Циклическая динамика в природе и обществе*, (1), 88-94.
- Бернауэр Я., Рандольф П. (2019) Проблемы радиуса протона. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www/sci-ru.org/в мире науки>
- Генике А.А., Побединский Г.Г. (1999) Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применения в геодезии. М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 272 с.
- Добрецов Н.Л. (1977) Мантийные суперплюмы как причина главной геологической периодичности и глобальных перестроек. *Докл. АН СССР*, **357**(6), 797-800.
- Емельянов Е.М., Гриценко В.А. (2004) Природная циркуляция в Гадальской впадине Балтийского моря: донные осадки и динамика затоков североморских вод. *Океанология*, (2), 283-295.
- Зубков А.В. (2001) Геомеханика и геотехнология. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 335 с.
- Зубков А.В. (2005) Связь геодинамических событий в литосфере с солнечной активностью. *Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр: сб. науч. тр.*, (3), 68-74.
- Зубков А.В. (2013) Периодическое расширение и сжатие Земли как вероятный механизм природных катаклизмов. *Литосфера*, (2), 145-156.
- Зубков А.В. (2019) Пульсации во Вселенной и проявления их на Земле. *Проблемы недропользования*, (1), 91-104.
- Зубков А.В., Сентябов С.В., Селин С.В. (2015) Закономерности формирования напряженного состояния массива горных пород в верхней части земной коры. *Литосфера*, (5), 116-129.
- Зубков А.В., Сентябов С.В., Селин С.В. (2019) Методика определения природных напряжений в массиве по деформации карьера с использованием спутниковых навигационных систем. *Литосфера*, **19**(5), 767-779.
- Игнатьев Ю.Г. (2016) Классическая космология и темная энергия. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 248 с.
- Косинов Н.В. (2019) Как получить точное значение гравитационной константы G. [Электронный ресурс]. Режим доступа: kosinov.314159.ru/kosinov25.htm
- Лухнев А.В., Санько В.А., Мирошниченко А.И., Ашурков С.В., Кале Э. (2001) Вращения и деформации земной поверхности в Байкало-Монгольском регионе по данным GPS-измерений. *Геология и геофизика*, (7), 1006-1017.
- Милановский Е.Е. (1984) Развитие и современное состояние проблемы расширения и пульсации Земли. *Проблемы расширения и пульсации Земли*. Мат-лы науч. конф. М.: Наука, 8-24.
- Росинформуголь. (2019) Уголь как вид полезного ископаемого. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rosugol.ru/e-store/coalinformation.php>
- Халилов Э.Н. (2016) Прогноз сейсмической активности до 2926 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://aze.az/news_elchin_halilov_prognoz_136048.html
- Хаманович С.В. (2015) Типы переменных звезд. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://2i.by/perem-zvezdi>
- Шноль С.Э. (2019) Космофизические факторы в случайных процессах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.biophys.ru/lib/books/sci-books/151-sholl
- BIPM (2019) The BIPM watt balance. URL [Electronic resource]. Access mode: <http://www.bipm.org/en/bipm/mass/watt-balance/>
- Leonov V.S. (2010) Quantum Energetics. *Theory of Super unification*. Cambridge International Science Publishing, 745 p.
- Stachel J.J. (2002) Einstein from “B” to “Z”. *Einstein studies*, (9), 226.
- Wetterich C. (1988) Cosmology and the Fate of Dilatation Symmetry. *Nucl. Phys.*, B 302, 668-696.
- Wetterich C. (1995) The Cosmon Model for an Asymptotically Vanishing Time Dependent Cosmological “Constant”, *Astron. Astrophys.*, **301**, 321 p.

REFERENCES

- Leonov V.S. (2010) Quantum Energetics. *Theory of Super unification*. Cambridge International Science Publishing, 745 p.
- Lukhnev A.V., San'ko V.A., Miroschnichenko A.I., Ashurkov S.V., Kale E. (2001) Rotations and deformations of the earth's surface in the Baikal-Mongolian region according to GPS measurements. *Geol. Geofiz.*, (7), 1006-1017. (In Russian)
- Milanovskii E.E. (1984) Development and current status of the problems of expansion and pulsation of the Earth. *Problemy rasshireniya i pul'satsii Zemli*. Materialy nauch. konf. [Problems of expansion and pulsation of the Earth. Materials of Sci. Conf.]. Moscow, Nauka Publ., 8-24. (In Russian)
- Rosinformugol' [Rosinformugol']. (2019) Coal as a type of mineral. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.rosugol.ru/e-store/coalinformation.php> (In Russian)
- Shnol S.E. (2019) *Kosmofizicheskie faktory v sluchainykh protsessakh* [Cosmophysical factors in random processes]. [Electronic resource]. Access mode: www.biophys.ru/lib/books/sci-books/151-shnoll (In Russian)
- Stachel J.J. (2002) Einstein from "B" to "Z". *Einstein studies*, (9), 226.
- Wetterich C. (1988) Cosmology and the Fate of Dilatation Symmetry. *Nucl. Phys.*, B 302, 668-696.
- Wetterich C. (1995) The Cosmon Model for an Asymptotically Vanishing Time Dependent Cosmological "Constant", *Astron. Astrophys.*, **301**, 321 p.
- Zubkov A.V. (2001) *Geomekhanika i Geotekhnologiya* [Geomechanics and geotechnology]. Ekaterinburg, IGd UB RAS, 335 p. (In Russian)
- Zubkov A.V. (2005) Relation of geodynamic events in the lithosphere to solar activity. *Geotekhnologicheskie problemy kompleksnogo osvoeniya nedr: sbornik nauchnykh trudov* [Geotechnological problems of integrated subsoil development: a collection of scientific papers], (3), 68-74. (In Russian)
- Zubkov A.V. (2013) Periodic expansion and contraction of the earth as a likely mechanism of natural disasters. *Litosfera*, (2), 145-156. (In Russian)
- Zubkov A.V. (2019) Ripples in the Universe and their manifestation on Earth. *Problemy nedropol'zovaniya*, (1), 91-104. (In Russian)
- Zubkov A.V., Sentyabov S.V., Selin S.V. (2015) Patterns of formation of the stress state of a rock mass in the upper crust. *Litosfera*, (5), 116-129. (In Russian)
- Zubkov A.V., Sentyabov S.V., Selin S.V. (2019) Methodology for determining natural stresses in an array by quarry deformation using satellite navigation systems. *Litosfera*, **19**(5), 767-779. (In Russian)