

Георгиевский Д. В.

ЧЕТВЁРТЫЙ И ПЯТЫЙ ПОСТУЛАТЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ: ЗАКОНЫ ИЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ?

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Вопросы аксиоматизации механики сплошной среды, в классической феноменологической трактовке которой присутствует континуум и, вообще говоря, отсутствуют понятия атомов и молекул, затрагивались во многих классических и общепризнанных в мире курсах. Данные вопросы восходят к проблеме строгой и внутренне корректной аксиоматизации физики, сформулированной Д. Гильбертом ещё на II Международном конгрессе математиков в Париже в 1900 году и известной как шестая проблема Гильберта. По словам А.Ю. Ишлинского, «механика Галилея – Ньютона до сих пор в должной мере не аксиоматизирована в отличие от геометрии, аксиоматизация которой была завершена великим математиком Д. Гильбертом... Тем не менее можно и нужно (настало тому время) построить классическую механику, как и геометрию, исходя из некоторого числа независимых постулатов и аксиом, установленных в результате обобщения практики.» В докладе единая интегральная запись постулатов механики сплошной среды в виде законов изменения (сохранения) тех или иных величин представляется в форме так называемой таблицы постулатов. Предполагается, что в сплошной среде реализуются взаимодействия как чисто механической, так и различной немеханической природы, описываемые скалярными, векторными и тензорными второго ранга энергетически сопряжёнными парами величин, одна из которых характеризует процесс, а другая отклик среды на этот процесс. На базе первых трёх строк таблицы постулатов обсуждается возможное построение четвёртой и пятой строк, соответствующих законам об изменении внутренней энергии и величины, которая в случае термодинамической пары «температура–энтропия» совпадает с энтропией. Показывается, что задание источников, потоков через границу и производств в четвёртой и пятой строках таблицы постулатов фактически делает эти строки определениями. Обобщаются известные в неизотермической механике принципы построения определяющих соотношений, связывающих зависимые и независимые параметры состояния в каждом из типов взаимодействий. Доклад сделан по материалам статей: 1. Georgievskii D.V. Two Thermodynamic Laws in Phenomenological Mechanics of Continuum: Postulates or Definitions ? // In: Giorgio I., Placidi L., Barchiesi E., Abali B.E., Altenbach H. (eds) Theoretical Analysis, Computations, and Experiments of Multiscale Materials. Ser. Advanced Structured Materials. Springer. 2022. P. 145-154. 2. Георгиевский Д.В. Таблица постулатов механики сплошной среды и принципы формирования ее строк // ПМТФ. 2024. Т. 65. № 6. С. 195-202.

Ключевые слова: постулат, аксиоматика, законы сохранения, интегральная форма, локальное уравнение, источник, поток, производство, внутренняя энергия, энергетическая сопряжённость, энтропия.

Георгиевский Дмитрий Владимирович, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теории упругости, директор Института механики; e-mail: georgiev@mech.math.msu.su; <https://orcid.org/0000-0002-9385-1474>; AuthorID: 7196



для цитирования: Георгиевский Д. В. Четвёртый и пятый постулаты механики сплошной среды: законы или определения? // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2026. № 1(67). С. 224–228. DOI: 10.37972/chgpu.2026.67.1.015. EDN: ZUGOLK

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0).

D. V. Georgievskii

THE FOURTH AND FIFTH POSTULATES OF CONTINUUM MECHANICS: LAWS OR DEFINITIONS?

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The issues of axiomatization of continuum mechanics, in the classical phenomenological interpretation of which there is a continuum and, generally speaking, there are no concepts of atoms and molecules, have been touched upon in many classical and internationally recognized courses. These questions go back to the problem of strict and internally correct axiomatization of physics, formulated by D. Hilbert at the II International Congress of Mathematicians in Paris in 1900 and known as Hilbert's sixth problem. According to A.Yu. Ishlinsky, «Galileo–Newton mechanics has not yet been properly axiomatized, unlike geometry, the axiomatization of which was completed by the great mathematician D. Hilbert. . . Nevertheless, it is possible and necessary (the time has come) to build classical mechanics, as well as geometry, based on a number of independent postulates and axioms established as a result of generalization of practice.» In the report a single integral formulation of the postulates of continuum mechanics in the form of laws of change (conservation) is presented in the form of a so-called table of postulates. It is assumed that interactions of both purely mechanical and various non-mechanical nature are realized in a continuous medium, described by scalar, vector and tensor second-rank energetically conjugate pairs of quantities, one of which characterizes the process, and the other the response of the medium to this process. Based on the first three rows of the table of postulates, the possible construction of the fourth and fifth rows corresponding to the laws on the change of internal energy and magnitude, which in the case of the thermodynamic pair "temperature–entropy" coincides with entropy, is discussed. It is shown that specifying sources, flows across the border, and productions (outputs) in the fourth and fifth rows of the table of postulates actually makes these rows definitions. The principles known in nonisothermal mechanics for constructing constitutive relations linking dependent and independent state parameters in each type of interaction are generalized.

Keywords: postulate, axiomatics, conservation laws, integral form, local equation, source, flow, production (output), internal energy, energy conjugacy, entropy..

Dimitri V. Georgievskii, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor; e-mail: georgiev@mech.math.msu.su; <https://orcid.org/0000-0002-9385-1474>; AuthorID: 7196



to cite this article: Georgievskii D.V. The fourth and fifth postulates of continuum mechanics: laws or definitions? // Vestn. Chuvash. Gos. Ped. Univ. im. I.Ya. Yakovleva Ser.: Mekh. Pred. Sost. 2026. No 1(67). p. 224–228. DOI: 10.37972/chgpu.2026.67.1.015

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Автор единолично выполнил исследование и подготовил рукопись, внёс определяющий вклад в содержание статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. The author conducted the research and prepared the manuscript alone, making a significant contribution to the content of the article.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жермен П. Курс механики сплошных сред. Общая теория. – Москва : Высшая школа, 1983. – 399 с.
2. Gurtin M. E., Fried E., Anand L. The Mechanics and Thermodynamics of Continua. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2010.
3. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды. – Москва : ЛЕНАНД, 2014. – 320 с.
4. Лурье А. И. Теория упругости. – Москва : Наука, 1970. – 940 с.
5. Malvern L. E. Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium. – New Jersey : Prentice-Hall, 1969.
6. Maugin G. A. Continuum Mechanics Through the Twentieth Century: A Concise Historical Perspectives // Solid Mechanics and Its Applications. Vol. 196. – Dordrecht : Springer, 2013.
7. Noll W. Foundations of Mechanics and Thermodynamics. – Berlin–Heidelberg–New York : Springer, 1974.
8. Reddy J. N. Introduction to Continuum Mechanics. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2013.
9. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т. 1. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 640 с.
10. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. – Москва : Наука, 1975. – 592 с.

Received: 10.03.26;

accepted: 19.05.26;

published: 01.07.26.

11. Ишлинский А. Ю. Механика: Идеи, задачи, приложения. – Москва : Наука, 1985. – 624 с.
12. Победря Б. Е., Георгиевский Д. В. Основы механики сплошной среды. – Москва : Физматлит, 2006. – 272 с.
13. Димитриенко Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды. – Москва : Физматлит, 2009. – 624 с.
14. Нигматулин Р. И. Механика сплошной среды. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 528 с.

REFERENCES

1. *Germain P.* Course of Continuum Mechanics. General Theory. – Moscow : Vysshaya shkola, 1983. – 399 p.
2. *Gurtin M. E., Fried E., Anand L.* The Mechanics and Thermodynamics of Continua. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2010.
3. *Ilyushin A. A.* Continuum Mechanics. – Moscow : LENAND, 2014. – 320 p.
4. *Lur'e A. I.* Theory of Elasticity. – Moscow : Nauka, 1970. – 940 p.
5. *Malvern L. E.* Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium. – New Jersey : Prentice-Hall, 1969.
6. *Maugin G. A.* Continuum Mechanics Through the Twentieth Century: A Concise Historical Perspectives // Solid Mechanics and Its Applications. Vol. 196. – Dordrecht : Springer, 2013.
7. *Noll W.* Foundations of Mechanics and Thermodynamics. – Berlin–Heidelberg–New York : Springer, 1974.
8. *Reddy J. N.* Introduction to Continuum Mechanics. – Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2013.
9. *Sedov L. I.* Continuum Mechanics. Vol. 1. – Saint Petersburg : Lan', 2004. – 640 p.
10. *Truesdell C.* A First Course in Rational Continuum Mechanics. – Moscow : Nauka, 1975. – 592 p.
11. *Ishlinsky A. Y.* Mechanics: Ideas, Problems, Applications. – Moscow : Nauka, 1985. – 624 p.
12. *Pobedrya B. E., Georgievskii D. V.* Foundations of Continuum Mechanics. – Moscow : Fizmatlit, 2006. – 272 p.
13. *Dimitrienko Y. I.* Nonlinear Continuum Mechanics. – Moscow : Fizmatlit, 2009. – 624 p.
14. *Nigmatulin R. I.* Continuum Mechanics. – Moscow : GEOTAR-Media, 2014. – 528 p.