

Date: 15thDecember-2024

ТЕРМОДИНАМИКА ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЛАКОВ

И. З.Меражов

Осиё Халқаро Университети, Бухара, Узбекистан

Аннотация: В этой статье обсуждается одна гидродинамическая математическая модель облака разработанная с помощью искусственного интеллекта.

TERMODYNAMICS FOR MATHEMATICAL CLOUD MODELS

I. Z.Merazhov

Osiyo Xalqaro Universiteti, Bukhara, Uzbekistan

Первое начало термодинамики — это закон сохранения энергии, который гласит, что энергия не может быть создана или уничтожена, а лишь переходит из одной формы в другую. В контексте процессов испарения и конденсации это начало можно выразить следующим образом:

$$\Delta U = Q - W,$$

где:

- ΔU — изменение внутренней энергии системы, - Q — количество тепла, переданное системе, - W — работа, совершенная системой.

Испарение — это процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное.

При испарении молекулы жидкости получают дополнительную энергию (теплоту испарения) и преодолевают силы межмолекулярного притяжения, превращаясь в пар.

Энергетический баланс для процесса испарения можно записать так:

$$\Delta U = Q - W - L_v,$$

где L_v — удельная теплота конденсации (равная по модулю удельной теплоте испарения, но с противоположным знаком). Таким образом, при учете испарения и конденсации первое начало термодинамики сохраняется, учитывая теплоту, связанную с фазовыми переходами вещества.

Запись первого начала термодинамики через дифференциалы для процессов испарения и

конденсации можно представить в следующем виде:

$$dU = \delta Q - \delta W$$

где:

- dU — малое изменение внутренней энергии системы, - δQ — малое количество



Date: 15thDecember-2024

подведенного тепла, $-\delta W$ — малое количество работы, совершенной системой.

Включение фазовых переходов (испарение/конденсация)

При фазовых переходах, таких как испарение или конденсация, в уравнение добавляется

вклад тепла, связанного с фазовым переходом. Этот вклад можно учитывать как $\delta Q_{\text{фаз}}$:

$$dU = \delta Q - \delta W + \delta Q_{\text{фаз}},$$

где: $\delta Q_{\text{фаз}}$ — количество тепла, связанного с фазовым переходом (испарением или конденсацией). Если происходит испарение, то $\delta Q_{\text{фаз}} = L_v \cdot dm$, где L_v — удельная теплота испарения, dm — малое изменение массы вещества, испаряющегося в данный момент.

Если происходит конденсация, то $\delta Q_{\text{фаз}} = -L_v \cdot dm$, где L_v — удельная теплота конденсации, а dm — малое изменение массы конденсирующегося вещества. Тогда:

$$dU = \delta Q - \delta W + L_v \cdot dm$$

для испарения, и

$$dU = \delta Q - \delta W - L_v \cdot dm$$

для конденсации. Эти выражения показывают, как первый закон термодинамики учитывает вклад фазовых переходов, происходящих в системе.

Для учета второго начала термодинамики в уравнениях с учетом фазовых переходов (испарение/конденсация) нам необходимо включить понятие энтропии. Второе начало термодинамики устанавливает, что изменение энтропии в любой реальной термодинамической системе всегда стремится к увеличению или остаётся неизменным в обратимых процессах. Изменение энтропии связано с количеством подведенного тепла следующим образом:

Для учета второго начала термодинамики в уравнениях с учетом фазовых переходов (испарение/конденсация) нам необходимо включить понятие энтропии. Второе начало термодинамики устанавливает, что изменение энтропии в любой реальной термодинамической системе всегда стремится к увеличению или остаётся неизменным в обратимых процессах. Изменение энтропии связано с количеством подведенного тепла следующим образом:

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T},$$

где:

$-dS$ — малое изменение энтропии системы, $-\delta Q$ — малое количество подведенного тепла, T — абсолютная температура системы. Для обратимого процесса:

$$dS = \frac{\delta Q}{T}.$$

Первое начало термодинамики с учетом второго начала и фазовых переходов.



Date: 15thDecember-2024

Теперь объединим эти уравнения с учетом фазовых переходов:

1. Для испарения (с учетом второго начала термодинамики):

$$dU = T dS - \delta W + L_v dm,$$

где:- $T dS$ — количество тепла, подведенное к системе, выраженное через энтропию

2. Для конденсации (с учетом второго начала термодинамики):

$$dU = T dS - \delta W - L_v dm.$$

Эти уравнения показывают, как первое и второе начала термодинамики взаимодействуют,

когда в системе происходят фазовые переходы, такие как испарение или конденсация. При

этом фазовые переходы (выраженные через $\dot{Q} L_v dm$) вносят дополнительный вклад в изменение внутренней энергии системы. Для атмосферного влажного газа, который представляет собой смесь сухого воздуха и водяного пара, первое начало термодинамики с учетом второго начала и фазовых переходов можно записать, учитывая вклад как сухого воздуха, так и водяного пара. В этом случае будем учитывать:- Изменение внутренней энергии смеси, - Подведение тепла к смеси, - Совершенную работу, - Энтропию системы, - Фазовые переходы водяного пара (испарение и конденсация).

Формула для атмосферного влажного газа

Запишем общее выражение для влажного газа, которое включает оба компонента— сухой

воздух и водяной пар:

$$dU = T dS - \delta W + L_v dm_v,$$

где:- dU — изменение внутренней энергии влажного газа (включает внутреннюю энергию сухого воздуха и водяного пара), - $T dS$ — количество тепла, подведенного к смеси (через

изменение энтропии dS смеси), - δW — работа, совершенная системой (например, работа

расширения), - L_v — удельная теплота испарения (или конденсации) водяного пара, - dm_v — изменение массы водяного пара (со знаком: положительное для испарения и отрицательное для конденсации).

Внутренняя энергия и энтропия смеси

Для влажного газа внутренняя энергия и энтропия складываются из вкладов сухого воздуха и водяного пара:

$$dU = dU_{\text{воздух}} + dU_{\text{пар}},$$

$$dS = dS_{\text{воздух}} + dS_{\text{пар}}.$$



Итоговое выражение Подставив вклады от воздуха и пара, итоговое выражение для влажно

го газа можно записать так:

$$dU = T (dS_{\text{воздух}} + dS_{\text{пар}}) - \delta W + L_v dm_v.$$

Теперь, с учетом второго начала термодинамики и разделив вклад сухого воздуха и водяного пара, уравнение для подводимого тепла можно записать так:

$$\delta Q = T (dS_{\text{воздух}} + dS_{\text{пар}}) = (dU_{\text{воздух}} + dU_{\text{пар}}) + (\delta W_{\text{воздух}} + \delta W_{\text{пар}}) - L_v dm_v.$$

Вывод уравнения сохранения энтропии

1. Энтропия системы складывается из энтропии сухого воздуха и водяного пара:

$$S = S_{\text{воздух}} + S_{\text{пар}}.$$

2. Первое начало термодинамики: Запишем уравнение энергии (первое начало термодинамики) для влажного воздуха:

$$dU = T dS - p dV + L_v dm_v.$$

Где: - dU — изменение внутренней энергии, - $T dS$ — изменение теплового потока, - $p dV$ — работа, совершенная системой, - $L_v dm_v$ — вклад фазовых переходов (испарение/конденсация).

3. Дифференциальная форма уравнения энергии:

Для объема V и плотности ρ , первое начало термодинамики можно записать как:

$$\frac{\partial(\rho e)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho e \mathbf{v}) = -p \nabla \cdot \mathbf{v} + \nabla \cdot (k \nabla T) + L_v \frac{\partial m_v}{\partial t}.$$

4. Уравнение сохранения энтропии:

Второе начало термодинамики для системы влажного воздуха в дифференциальной форме записывается как:

$$\frac{\partial(\rho s)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho s \mathbf{v}) = \frac{1}{T} (\nabla \cdot (k \nabla T) + \dot{q}_{\text{ирр}}),$$

где: - s — удельная энтропия смеси, - $\dot{q}_{\text{ирр}}$ — необратимое тепловыделение (например, из-за вязкого трения, теплопроводности или других процессов необратимости).

5. Вклад фазового перехода:



Date: 15thDecember-2024

Если учесть вклад от фазового перехода (испарения или конденсации) водяного

пара, то уравнение сохранения энтропии приобретает дополнительный член, связан-

ный с этим процессом:

$$\frac{\partial(\rho s)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho s \mathbf{v}) = \frac{1}{T} \left(\nabla \cdot (k \nabla T) + L_v \frac{\partial m_v}{\partial t} + \dot{q}_{\text{впр}} \right)$$

Это уравнение описывает закон сохранения энергии в виде дифференциального уравнения с учётом фазового перехода для влажного воздуха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jalolov, T. S. (2023). STUDY THE PSYCHOLOGY OF PROGRAMMERS. American Journal of Public Diplomacy and International Studies (2993-2157), 1(10), 563-568.
2. Sadridinovich, J. T. (2023). Capabilities of SPSS software in high volume data processing testing. American Journal of Public Diplomacy and International Studies (2993-2157), 1(9), 82-86.
3. Жуков, Д. С. (2020). Создание программы для имитации шифрования машины Enigma на языке Python. Постулат, (1 январь).
4. Jalolov, T. S., & Usmonov, A. U. (2021). "AQLLI ISSIQXONA" BOSHQARISH TIZIMINI MODELLASHTIRISH VA TADQIQ QILISH. Экономика и социум, (9 (88)), 74-77.
5. Jalolov, T. S. (2024). ANALYSIS OF PSYCHOLOGICAL DATA USING SPSS PROGRAM. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(4), 477-482.
6. Jalolov, T. S. (2024). ANALYSIS OF PSYCHOLOGICAL DATA USING SPSS PROGRAM. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(4), 477-482.
7. Sadridinovich, J. T. (2024). BASICS OF PSYCHOLOGICAL SERVICE. PSIXOLOGIYA VA SOTSIOLOGIYA ILMIY JURNALI, 2(4), 61-67.
8. Jalolov, T. S. (2024). РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ МЛАДШИХ КЛАССОВ С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. MASTERS, 2(5), 40-47.
9. Jalolov, T. S. (2024). SPSS DASTURI FOYDALANISHDA PSIXOLOGIK MA'LUMOTLARNI TAHLILI. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(4), 463-469.
10. Jalolov, T. S. (2024). PYTHONNING MATEMATIK KUTUBXONALARINI O'RGANISH: KENG QAMROVLI QO'LLANMA. BIOLOGIYA VA KIMYO FANLARI ILMIY JURNALI, 2(5), 71-77.
11. Jalolov, T. S. (2023). PARALLEL PROGRAMMING IN PYTHON. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 178-183.



Date: 15thDecember-2024

12. Jalolov, T. S. (2024). ПОРЯДОК СОЗДАНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ТЕСТОВЫХ ПРОГРАММ. PEDAGOG, 7(6), 145-152.
13. Jalolov, T. S. (2024). BOSHLANG'ICH SINF O'QUVCHILARIDA MULTIMEDIA TEXNOLOGIYALARI ORQALI IJODIY FIKRLASHNI KUCHAYTIRISH. BIOLOGIYA VA KIMYO FANLARI ILMIY JURNALI, 2(5), 64-70.
14. Jalolov, T. S. (2023). PYTHON DASTUR TILIDADA WEB-ILOVALAR ISHLAB CHIQISH. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 160-166.
15. Jalolov, T. S. (2024). ENHANCING CREATIVE THINKING IN ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS THROUGH MULTIMEDIA TECHNOLOGIES. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 114-120.
16. Jalolov, T. S. (2024). ВАЖНОСТЬ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ПРОГРАММИРОВАНИИ. MASTERS, 2(5), 55-61.
17. Jalolov, T. S. (2023). MATH MODULES IN C++ PROGRAMMING LANGUAGE. Journal of Universal Science Research, 1(12), 834-838.
18. Jalolov, T. S. (2024). EXPLORING THE MATHEMATICAL LIBRARIES OF PYTHON: A COMPREHENSIVE GUIDE. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 121-127.
19. Jalolov, T. S. (2024). THE IMPORTANCE OF ENGLISH IN PROGRAMMING. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 128-134.
20. Jalolov, T. S. (2024). ИЗУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ БИБЛИОТЕК PYTHON: ПОДРОБНОЕ РУКОВОДСТВО. MASTERS, 2(5), 48-54.
21. Jalolov, T. S. (2023). PYTHON INSTRUMENTLARI BILAN KATTA MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH. Educational Research in Universal Sciences, 2(11 SPECIAL), 320-322.
22. Jalolov, T. S. (2024). DASTURLASHDA INGLIZ TILINING AHAMIYATI. BIOLOGIYA VA KIMYO FANLARI ILMIY JURNALI, 2(5), 78-84.
23. Jalolov, T. S. (2023). Artificial intelligence python (PYTORCH). Oriental Journal of Academic and Multidisciplinary Research, 1(3), 123-126.
24. Jalolov, T. S. (2023). WORKING WITH MATHEMATICAL FUNCTIONS IN PYTHON. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 172-177.
25. Jalolov, T. S. (2023). SPSS YOKI IJTIMOY FANLAR UCHUN STATISTIK PAKET BILAN PSIXOLOGIK MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASH. Journal of Universal Science Research, 1(12), 207-215.
26. Jalolov, T. S. (2023). Solving Complex Problems in Python. American Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education (2993-2769), 1(9), 481-484.
27. Sadridinovich, J. T. (2023). IDENTIFYING THE POSITIVE EFFECTS OF PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL WORK FACTORS BETWEEN INDIVIDUALS AND DEPARTMENTS THROUGH SPSS SOFTWARE. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH CONFERENCE (Vol. 2, No. 18, pp. 150-153).
28. Jalolov, T. (2023). UNDERSTANDING THE ROLE OF ATTENTION AND CONSCIOUSNESS IN COGNITIVE PSYCHOLOGY. Journal of Universal Science Research, 1(12), 839-843.



Date: 15thDecember-2024

29. Jalolov, T. S. (2023). SUN'YI INTELLEKTDA PYTHONNING (PYTORCH) KUTUBXONASIDAN FOYDALANISH. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 167-171.
30. Jalolov, T. S. (2023). PYTHON TILINING AFZALLIKLARI VA KAMCHILIKLARI. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 153-159.
31. Sadridinovich, J. T. (2024). ANALYSIS OF PSYCHOLOGICAL DATA IN ADOLESCENTS USING SPSS PROGRAM. PEDAGOG, 7(4), 266-272.
32. Jalolov, T. S. (2023). TEACHING THE BASICS OF PYTHON PROGRAMMING. International Multidisciplinary Journal for Research & Development, 10(11).
33. Jalolov, T. S. (2023). THE MECHANISMS OF USING MATHEMATICAL STATISTICAL ANALYSIS METHODS IN PSYCHOLOGY. TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN, 1(5), 138-144.
34. Jalolov, T. S. (2024). PYTHONDA MATEMATIK STATISTIK TAHLIL HAQIDA. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 583-590.
35. Jalolov, T. S. (2024). DJANGO'S ROLE IN WEB PROGRAMMING. MASTERS, 2(5), 129-135.
36. Jalolov, T. S. (2024). PYTHON LIBRARIES IN HIGH VOLUME DATA PROCESSING. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 561-567.
37. Jalolov, T. S. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ API В PYTHON: ПОДРОБНОЕ РУКОВОДСТВО. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 553-560.
38. Jalolov, T. S. (2024). МАТЕМАТИЧЕСКОМ СТАТИСТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ В PYTHON. MASTERS, 2(5), 151-158.
39. Jalolov, T. S. (2024). LEVERAGING APIS IN PYTHON: A COMPREHENSIVE GUIDE. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 544-552.
40. Jalolov, T. S. (2024). DJANGONING VEB-DASTURLASHDAGI ROLI. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 576-582.
41. Jalolov, T. S. (2024). PYTHON-DA API-LARDAN FOYDALANISH: KENG QAMROVLI QO'LLANMA. MASTERS, 2(5), 113-120.
42. Jalolov, T. S. (2024). YUQORI HAJMLI MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHDA PYTHON KUTUBXONALARI. MASTERS, 2(5), 121-128.
43. Jalolov, T. S. (2024). DJANGO В ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИИ. MASTERS, 2(5), 136-142.
44. Jalolov, T. S. (2023). ADVANTAGES OF DJANGO FEMWORKER. International Multidisciplinary Journal for Research & Development, 10(12).
45. Jalolov, T. S. (2023). Programming languages, their types and basics. Technical science research in Uzbekistan, 1(5), 145-152.
46. Jalolov, T. S. (2023). PEDAGOGICAL-PSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF DATA PROCESSING USING THE SPSS PROGRAM. INNOVATIVE DEVELOPMENTS AND RESEARCH IN EDUCATION, 2(23), 220-223.



Date: 15thDecember-2024

47. Jalolov, T. S. (2023). Programming languages, their types and basics. Technical science research in Uzbekistan, 1(5), 145-152.
48. Jalolov, T. S. (2024). ЗНАЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОММУНИКАЦИИ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ. MASTERS, 2(8), 1-7.
49. Jalolov, T. S. (2024). SPSS S DASTURIDAN PSIXOLOGIK MA'LUMOTLARNI TAHLILIDA FOYDALANISH. MASTERS, 2(8), 8-14.
50. Jalolov, T. S. (2024). OLIY TA'LIMDA AXBOROT MUMKINASINING AHAMIYATI. PSIXOLOGIYA VA SOTSIOLOGIYA ILMIY JURNALI, 2(7), 21-26.
51. Jalolov, T. S. (2024). USE OF SPSS SOFTWARE IN PSYCHOLOGICAL DATA ANALYSIS. PSIXOLOGIYA VA SOTSIOLOGIYA ILMIY JURNALI, 2(7), 1-6.
52. Jalolov, T. S. (2024). THE IMPORTANCE OF INFORMATION COMMUNICATION IN HIGHER EDUCATION. WORLD OF SCIENCE, 7(8), 14-19.
53. Jalolov, T. S. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SPSS В АНАЛИЗЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ. WORLD OF SCIENCE, 7(8), 20-26.
54. Jalolov, T. S. (2024). MATHEMATICAL STATISTICAL ANALYSIS IN PYTHON. MASTERS, 2(5), 143-150.
55. Jalolov, T. S. (2024). БИБЛИОТЕКИ PYTHON ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ. WORLD OF SCIENCE, 7(5), 568-575.
56. Jalolov, T., & Ramazonov, J. (2024). GRASS ERASING ROBOT. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(2), 173-177.
57. Jalolov, T. (2024). FRONTEND AND BACKEND DEVELOPER DIFFERENCE AND ADVANTAGES. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 4(2), 178-179.
58. Sadriddinovich, J. T., & Abdurasul o'g'li, R. J. (2024). UNIVERSAL ROBOTLASHTIRILGAN QURILMA. BIOLOGIYA VA KIMYO FANLARI ILMIY JURNALI, 2(9), 78-80.
59. Sadriddinovich, J. T., & Abdurasul o'g'li, R. J. (2024). SHIFOXONADA XIZMAT KO'RSATISH UCHUN MO'LJALLANGAN AQILLI SHIFOKOR ROBOT. THEORY AND ANALYTICAL ASPECTS OF RECENT RESEARCH, 3(26), 318-324.
60. Sadriddinovich, J. T., & Abdurasulovich, R. J. (2024). INTRODUCTION TO PYTHON'S ROLE IN ROBOTICS. PEDAGOGICAL SCIENCES AND TEACHING METHODS, 3(34), 202-204.
61. Sadriddinovich, J. T., & Muhiddinovna, M. M. (2024). BACKEND HAQIDA MA'LUMOT. FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES, 3(30), 34-37.
62. Sadriddinovich, J. T., & Muhiddinovna, M. M. (2024). WEB PROGRAMMING INFORMATION. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY, 2(19), 232-234.

