

THE GIVEN PROBABILITIES ARE $B(M1)$ FOR M1-TRANSITIONS FROM STATES TO STATES AND OF THE BASEBAND OF THE ^{156}Gd NUCLEUS

Yusupov Elmurod Kuchkarboyevich

Docent, Namangan Institute of Engineering Technology,

E-mail: yusupov.elmurod@gmail.com

Abstract

For the ^{156}Gd nucleus, theoretical calculations were carried out within the framework of the phenomenological model, taking into account the Coriolis mixing of the states of low-lying positive-parity rotational bands. The Coriolis interaction makes it possible to explain the nonadiabaticity effects observed in the properties of excited states. Reduced probabilities of M1-transitions from vibrational states are calculated. The agreement between the theoretical results and experimental data is generally satisfactory.

Keywords: Coriolis mixing, rotations, band, energy, nucleus, spin, positive parity.

Introduction

Experimental data on the low-lying part of the excitation spectrum of the ^{156}Gd nucleus with energy $E_x < 2 \text{ MeV}$, obtained in reactions $(\alpha, 2n)$, (n, γ) and $(n, n'\gamma)$ on the ^{156}Gd nucleus, are quite numerous. There are five known rotational bands built on $K^\pi = 0^+$ bases, two bands with $K^\pi = 2^+$ bases, and fifteen 1^+ dipole levels. The energies of the 1^+ levels have been determined, and for eleven of them, the probabilities of $B(M1) \uparrow$ excitation. These data are very important for systematics and the search for corresponding levels in neighboring nuclei. The reduced probabilities of E2- and M1- transitions from states of $K^\pi = 0_2^+$, 0_3^+ – and $K^\pi = 2_1^+$ – bands to the levels of the main band, as well as the ratios of the probabilities of E2-transitions and the coefficients of the mixture of $\delta(E2/M1)$ multipoles and magnetic moments were determined experimentally.

In the works within the framework of the phenomenological model taking into account the Coriolis interaction, low-lying states of the ^{156}Gd nucleus were investigated. The energies, wave functions and electrical characteristics of the states of rotational bands were calculated and the causes of non-adiabatic effects were identified.



PROBABILITIES OF M1 – TRANSITIONS AND MIXTURE COEFFICIENTS OF MULTIPOLES $\delta(E2 / M1)$.

Within the model, the expression for the reduced probability $B(M1)$ from state $I_i K_i$ to level $I_f 0_1$ of the main band is as follows:

$$B(M1; I_i K_i \rightarrow I_f 0_1) = \frac{1}{2I_i + 1} |\langle I_f 0_1 | \hat{m}(M1) | I_i K_i \rangle|^2, \quad (1)$$

where $\hat{m}(M1)$ – is the magnetic dipole operator.

Let us give an expression for the reduced matrix element M1 – of the transition from formula (1):

$$\langle I_f 0_1 | \hat{m}(M1) | I K \rangle = \sqrt{\frac{3(2I+1)}{4\pi}} \times \left(\sum_{K_1=1}^2 (g_{K_1} - g_R) K_1 \psi_{K_1, K}^I \psi_{K_1, 0_1}^{I'} C_{IK_1; 10}^{I' K_1} + \frac{\sqrt{6}}{10} \sum_v m'_{1v} (\psi_{0_1, 0_1}^{I'} \psi_{1v, K}^I - \psi_{1v, 0_1}^I \psi_{0_1, K}^{I'}) C_{I1; 1-1}^{I' 0} \right) \quad (2)$$

where $m'_{1v} = \langle 0_1^+ | \hat{m}(M1) | 1_v^+ \rangle$ – are matrix elements between the internal wave functions of the main and 1_v^+ – bands; $C_{I_i K_i; 1(K_i + K_f)}^{I_f K_f}$ – Clebsch-Gordan coefficients; $\psi_{K, K'}^I$ – amplitudes of mixing of basis states; g_K – internal g – band factor with $K \neq 0$, $g_R = Z / A$ – gyromagnetic factor associated with rotation.

NUMERICAL CALCULATIONS

Parameters g_K and m'_{1v} necessary for describing the magnetic characteristics of the states were determined as follows. The value of the parameter g_R – was determined using the generally accepted formula ^{156}Gd - for deformed nuclei, since for the nucleus ^{156}Gd there are no experimental data for M1-transitions within the $K^\pi = 2_{1,2}^+$ bands. From the systematics of gyromagnetic relations for deformed nuclei of the rare earth and transuranium regions it follows $g_R \approx 0.4 \pm 0.1$.

CONCLUSION

Within the framework of the phenomenological model, calculations of the magnetic characteristics of the rotational states of the ^{156}Gd nucleus were performed, taking into account the Coriolis mixing of low-lying rotational bands of positive parity.

The nonadiabatic effects observed in the magnetic characteristics of excited states are explained by Coriolis mixing of rotational band states. In the adiabatic approximation, M1-transitions from states of bands with $K^\pi = 0^+, 2^+$ are forbidden by K. They arise in this model as a



consequence of Coriolis mixing, due to the appearance of 1_v^+ – band components in the beta and gamma-band wave functions. These K – forbidden transitions are described by our model.

REFERENCES

1. Usmanov P.N., Vdovin A.I., Yusupov E.K., Salikhbaev U.S. Phenomenological analysis of characteristics of rotational bands in $^{158,160}\text{Gd}$ isotopes. // *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 2019. Vol. 16, No 6, pp. 706-712.
2. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К., Салихбаев У.С. Феноменологический анализ характеристик ротационных полос изотопов $^{158,160}\text{Gd}$ // *Письма в ЭЧАЯ*. 2019. Т. 19. вып. 6. С. 509-519
3. Usmanov P.N., Vdovin A.I., Yusupov E.K. Analyzing the Magnetic Characteristics of $^{158,160}\text{Gd}$ States Using a Phenomenological Model. // *Bulletin of the Russian Academy Sciences: Physics*, 2020, Vol. 84, No 8, pp. 968-973.
4. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К. Анализ магнитных характеристик состояний $^{158,160}\text{Gd}$ в рамках феноменологической модели. // *Известия РАН. Серия физическая* 2020. Т. 84. № 8. С. 1174-1179.
5. Usmanov P.N., Yusupov E.K. Energy and structure states of low-lying bands in ^{156}Gd // *IJUM Eng. J.* 2021. V. 22. № 1. pp.167-174.
6. Usmanov P. N., Vdovin A. I., Yusupov E. K. Electric properties of rotational states in ^{156}Gd nucleus // *Bulletin of the Russian Academy Sciences: Physics*, 2021, Vol. 85, No 10, pp. 1102-1107.
7. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К. Электрические свойства ротационных состояний ядра ^{156}Gd // *Известия РАН. Серия физическая* 2021. Т. 85. № 10. С. 1423-1429.
8. Usmanov P. N., Vdovin A.I., Yusupov E. Phenomenological analysis of multipole mixture coefficients $\delta(E2/M1)$ of rotational bands in ^{156}Gd // *Acta Physica Polonica B Proceedings Supplement* 2021. V. 14. No 4. pp. 787-792.
9. Usmanov P. N., Vdovin A. I., Yusupov E. K., Nematjonov Sh. N. Magnetic Properties of Excited States of the ^{156}Gd // *Nucleus. Bull. Russ. Acad. Sci.: Phys.* 2023. V. 87. No 8. pp. 1155-1161.
10. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К., Ньматжонов Ш.Р. Магнитные характеристики возбужденных состояний ядра ^{156}Gd // *Известия РАН. Серия физическая* 2023. Т. 87. № 8. С. 1139-1161.
11. Sultanov A.M., Yusupov E.K., Rakhimov R.G. Investigation of the Influence of Technological Factors on High-Voltage p^0 – n^0 Junctions Based on GaAs *Journal of Nano-And Electronic Physics* Vol. 16 No 1, 01010(5pp) (2024)
12. Усманов П.Н., Охунов А.А., Абу Х. Кассим., Юсупов Э.К., Салихбаев У.С. Электрические характеристики коллективных 0^+ и 2^+ состояний в изотопах $^{158,160}\text{Gd}$ // *Узбекский Физический журнал*. – Ташкент: АН РУз, 2018. – № 6. – С. 339-344
13. Усманов П.Н., Сабиров С.С., Бозоров Х. Н, Юсупов Э. К. Кориолисово смешивание состояний ротационных полос положительной четности $^{158,160}\text{Gd}$ // *Научно-технический журнал. Ферганского политехнического института*. – Фергана, 2018. – С.9-13



14. Юсупов Э. К. Энергетический спектр и структура состояний изотопа ^{156}Gd // Доклады Академии Наук Республики Узбекистан. – Ташкент: АН РУз, 2020. – № 2. сс 26-31.
15. Усманов П. Н., Юсупов Э. К., Султонов Б. К. Изучение свойств ротационных состояний ^{156}Gd . // НамДУ Илмий ахборотномаси. 2020. № 6.с.23-31.
16. Усманов П. Н., Юсупов Э. К. Анализ электромагнитных характеристик возбужденных состояний изотопов $^{158,160}\text{Gd}$ // Ёш олим ва талабаларнинг «XXI аср интеллектлуал авлод асри» шиори остидаги худудий ва республика илмий амалий конференция, 30-31 май, 2016 йил, с. 184-186.
17. Усманов П. Н., Юсупов Э. К., Жалолова П. М. Магнитные характеристики ротационных состояний изотопов $^{158,160}\text{Gd}$. // «Конденсатланган мухитлар физикаси ва физика ўқитишнинг долзарб муаммолари» Республика илмий-амалий анжумани, 2016 йил 8-9 июль, с. 161-163.
18. Усманов П. Н., Охунов А. А., Абу. Х. Кассим, Юсупов Э. К, Бозоров Х. Межротационные квадрупольные переходы в изотопах $^{158,160}\text{Gd}$. // «Полимерли композитлар физикаси ва кимёси ҳамда констукцион материаллар технологиясини долзарб муаммолари» Наманган 7-8 июль, 2017 НамДУ, с. 20-22.
19. Усманов П. Н., Охунов А. А., Абу. Х. Кассим, Юсупов Э. К., Салихбаев У. С., Коржовов М. Д. Магнитные моменты ротационных состояний основной полосы изотопов $^{158,160}\text{Gd}$. // «Физикани ўқитишнинг долзарб муаммолари» 2018 йил 10-11 июль, с 7-9.
20. Усманов П. Н., Охунов А. А., Абу. Х. Кассим, Юсупов Э. К., Салихбаев У. С. Электрические характеристики коллективных 0^+ и 2^+ состояний в изотопах $^{158,160}\text{Gd}$. // «Физикани ўқитишнинг долзарб муаммолари» 2018 йил 10-11 июль, с 17-19.
21. Усманов П. Н., Охунов А. А., Юсупов Э. К. Свойства квадрупольных переходов коллективных состояний изотопов $^{158,160}\text{Gd}$. // «Физика ва экологиянинг долзарб муаммолари», 21-22 сентябрь 2018 йил, с 81-82.
22. Усманов П. Н., Вдовин А. И., Юсупов Э. К. Анализ магнитных характеристик состояний $^{158,160}\text{Gd}$ в рамках феноменологической модели. // LXIX «NUCLEUS-2019» on nuclear spectroscopy and nuclear structure. «Fundamental Problems of Nuclear Physics, Nuclei at Borders of Nucleon Stability, High Technologies», Book of abstracts. 1-5 July, 2019, с.31.
23. Usmanov P. N., Vdovin A. I., Yusupov E. K. Properties of Collective States of Isotopes $^{156,158,160}\text{Gd}$. // IX. International conference «Modern problems of nuclear physics and nuclear technologies» September 24-27, 2019. pp. 89-91.
24. Усманов П.Н., Вдовин А. И., Юсупов Э.К. Йулдашев Ж.Б. Исследование электромагнитных свойств возбужденных состояний изотопов $^{156,158,160}\text{Gd}$. // Материалы Республиканской научно-теоретической и практической конференции «Физика и экология» 17-18 октября 2019 года с. 3-5.
25. Усманов П. Н., Вдовин А. И., Юсупов Э. К. Энергетический спектр и структура состояний изотопа ^{156}Gd // LXX International Conference «NUCLEUS-2020» Nuclear Physics and Elementary Particle Physics. Nuclear Physics Technologies. Book of abstracts. Online part. 12-17 October 2020 pp. 26-27.



26. Усманов П. Н., Юсупов Э. К., Султонов Б. К. Электрические свойства состояний ^{156}Gd // IX Global Science and Innovations 2020: Central Asia. Nur-Sultan, Kazakhstan, June-July 2020 pp. 69-71.
27. Усманов П. Н., Вдовин А. И., Юсупов Э. К., Нишонов А. Н. ^{156}Gd ядро уйғонган ҳолатларининг магнит хусусиятлари // VI Республиканская Конференция Молодых физиков Узбекистана «Ядерная Физика и Ядерные Технологии» 1-2 декабрь 2020, с.44-53.
28. Усманов П. Н., Вдовин А. И., Юсупов Э. К., Сабилов С. С. Изучение коэффициентов смеси мультиполей $\delta(E2/M1)$ состояний положительной четности ядра ^{156}Gd // «Роль передовых инновационных технологий и образования в решении задач автоматизации и энергетики, направленная на повышение энергоэффективности производств и социальной сферы». 24-25 июнь, 2021, с.173-176.
29. Усманов П. Н., Вдовин А. И., Юсупов Э. К. Магнитные характеристики состояний положительной четности ядра ^{156}Gd // III Международный научный форум, «Ядерная наука и технологии», 20-24 сентября, 2021, с.67-68.
30. Yusupov E. K. Gamification in education: a new approach to learning. "Экономика и социум" №12(115) 2023, сс. 539-541.
31. Yusupov E. K. Blended learning: revolutionizing the classroom experience. "Экономика и социум" №12(115) 2023, сс. 624-626.
32. Усманов П. Н., Юсупов Э. К. Приведенные вероятности $M1$ –переходов из вибрационных состояний в ^{156}Gd . НамДУ Илмий ахборотномаси. 2024. № 2. сс.3-9.
33. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К., Ньматжонов Ш.Р. Энергетические свойства состояний положительной четности изотопов $^{230,232}\text{Th}$. O‘zbekiston Milliy Universiteti xabarlar, 2023, сс.556-561.
34. Усманов П.Н., Вдовин А.И., Юсупов Э.К., Ньматжонов Ш.Р. К-Запрещенные $M1$ -переходы в ^{156}Gd . Международный форум «Физика – 2022» 4 – 5 октября 2022 года Наманган, pp.16-17.
35. Usmanov P. N., Yusupov E. Study of electromagnetic properties of excited states isotopes $^{156,158,160}\text{Gd}$. Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot Tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va Fotoenergetika sohalarining zamonaviy Muammolari va yechimlari” xalqaro ilmiy-amaliy Anjuman materiallari to’plami 25-26-oktabr, сс.255-257.
36. Usmanov P. N., Yusupov E.K. Properties of collective states of $^{156,158,160}\text{Gd}$ isotopes. Informatsion texnologiyalar va iqtisodiyot Tarmoqlarini rivojlantirishda nanofizika va Fotoenergetika sohalarining zamonaviy Muammolari va yechimlari” xalqaro ilmiy-amaliy Anjuman materiallari to’plami 25-26-oktabr, сс.253-255.
37. Шарипбаев Н.Ю., Юсупов Э.К., Махмудов Б.М., Холбоев Д.Ж. Определения температурной зависимости ширины запрещенной зоны полупроводников. 16-я международная научнш-техническая конференция “Приборостроение-2023” БНТУ, Минск-2023, сс.-95-97.



38. Usmanov P.N., Yusupov E.K., Korjavov M.J. Analysis of energy and electrical E2-transitions of positive parity states of isotopes $^{182,184}\text{W}$. Международный форум «Физика – 2024» 23 – 25 апрел 2024 года Самарканд, сс.-27-28.
39. Усманов П.Н., Юсупов Э.К., Коржавов М.Ж. Анализ межполосных и внутриволосных переходов состояний положительной четности изотопов $^{182,184}\text{W}$ LXXIV International Conference «Nucleus-2024» fundamental problems and applications 1-5 July 2024 Dubna, Russia, pp.77
40. П.Н. Усманов, Э.К.Юсупов, М.Ж.Коржавов. Статические матричные элементы состояний низколежащих полос изотопов $^{182,184}\text{W}$. 15th International conference «Nuclear and radiation physics» 2024 РГП на ПХВ «Институт ядерной физики» Министерства энергетики Республики Казахстан, pp.109
41. M.Mukhammadiev, O.Glovatskiy, N.Nasyrova, N.Karimova, A.Abduaziz Uulu, A Boliev. Assessment of investment technologies for use of hydro-accumulating stations on intermediate channels of irrigation systems and water reservoirs // Journal of IOP: Conference Series. Earth and Environmental Science Volume 614, 2020, pp.1-7.
42. M.M. Mukhammadiev., K.S.Dzuraev., A.Abduaziz uulu., H.Murodov. The Use of Micro Hydroelectric Power Plants with Existing Hydraulic Systems // Rudenko International Conference: Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems, AIP Publishing, Volume 2552, 2023, pp.1-9.
43. Muradilla Mukhammadiev, Kurbon Dzuraev, Sanjar Juraev, Abdurauf Abduaziz Uulu, A Makhmudov. Methodology for substantiation of technical and economic indicators of PSPP in energy water management systems of Uzbekistan // International Scientific Conference: Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, Volume 264, 2021, pp. 1-14.
44. Mukhammadiev M.M, Urishev B.U, Abduaziz uulu A. Gadaev S.K, Zhankabylov S.U. Issues of using local energy systems with hydraulic energy storage in the power system of the republic of Uzbekistan // E3S Web Conf. Volume 216. Rudenko International Conference on Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems (RSES 2020), pp.1-5
45. M.M. Mukhammadiev, B.U. Urishev, A.Abduaziz uulu, O.Almardanov, N.E.Karimova, H.Murodov. The Role of Renewable Energy Sources in Providing the Efficiency of the Power System in the Conditions of Digital Energy Transformation // Rudenko International Conference: Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems, AIP Publishing, Volume 2552, 2023, pp.1-7.
46. Boboraim Urishev, Muradilla Mukhammadiev, Abduaziz uulu A, Hojiakbar Murodov. Use of large irrigation pumping stations for highly manual daily regulation of capacities in the energy system of the Republic of Uzbekistan // International Scientific Conference: Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering, Volume 264, 2021, pp. 1-9.
47. Мухаммадиев М.М., Клычев Ш.И., Джураев К.С., Мадалиев Ф.Э., Бекмуродов С., Абдуазиз уулу А. Исследование скорости потока воды в затворах гидроэнергетических и ирригационных сооружений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. №2(23). С. 135-139. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.24.



48. Eduard Kan, Muradulla Mukhammadiev, Kurbon Dzhuraev, Abdurauf Abduaziz Uulu. Assessment of economic efficiency of combined power plants based on renewable energies // E3S Web Conf. Volume 401. V International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2023), pp.1-9
49. Eduard Kan, Muradulla Mukhammadiev, Kurbon Dzhuraev, Abdurauf Abduaziz Uulu, Fatima Shadibekova. Methodology for determining technical, economic and environmental performance of combined power plants // E3S Web Conf. Volume 401. V International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2023), pp.1-10
50. Джураев. К, Абдуазиз уулу. А, Шадибекова. Ф. Гадаев. С. Қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдланишнинг экологик жихатлари // “O’ZBEKISTON-2030” STRATEGIYASIDA BELGILANGAN SUV RESURSLARINI TEJASH VA ATROF MUHITNI MUHOFAZA QILISH” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari.
51. Мухаммадиев М, Джураев К, Абдуазиз уулу А, Муродов Х. Комбинацион қуёш, шамол ва гидроэнергетик қурилмаларни қўллаш орқали экологияга таъсир этувчи иссиқхона газларини камайтириш // “O’ZBEKISTON-2030” STRATEGIYASIDA BELGILANGAN SUV RESURSLARINI TEJASH VA ATROF MUHITNI MUHOFAZA QILISH” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. <https://zenodo.org/records/11392362>
52. Абдуазиз уулу Абдурауф. Роль возобновляемых источников энергии в развитии энергетики // "Экономика и социум" №2(117)-1 2024.
53. Abduaziz uulu Abdurauf. Powering the pump units with the help of the solar energy device, irrigating agricultural plants by saving water resources // Scientific journal of Construction and Education. <https://cyberleninka.ru/article/n/powering-the-pump-units-with-the-help-of-the-solar-energy-device-irrigating-agricultural-plants-by-saving-water-resources>
54. Eshkuvatov J.S Abduaziz uulu Abdurauf, Dzhuraev K.S., Yokubov A.F. Selection of parameters of hydroaccumulation power plant operating in autonomous mode and determination of economic efficiency // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. <http://www.ijarset.com/volume-10-issue-5.html>
55. Doniyor Kholboev, A’zam Mamakhanov, Olimjon Sarimsakov; Preparation and testing of an experimental version of the device for controlling the parameters of the air fan parameters of the cotton pneumatic transport operating mode. AIP Conf. Proc. 23 June 2023; 2789 (1): 040137.
56. A’zam A.Mamakhanov, Doniyor J.Kholbaev; Preliminary Study on the Hydroelectricity Efficiency Generated from the Water Flow through Reservoir Distribution Pipes in the Chartaq Reservoir. Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, 05-Special Issue, 2020. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP5/20201824>
57. D. Kholboev., A. Mamakhanov., O. Sarimsakov., “Study of the possibility of reducing electricity consumption by control of air ventilator parameters in pneumatic transportation of cotton”// European Scholar Journal (ESJ) Vol. 3 No.3, March 2022



58. Д. Юсупов, Э.Беркинов, Д.Холбаев. Олий таълим муассасаларида муҳандислик фанларини ўқитишда ахборот технологияларининг ўрни. Международный научный журнал Киев. № 1/2016 й ISSN 2410-213X KB № 20971-10771 P
59. B.S.Yuldashev, E.X.Bozorov, D.Xolbayev. Investigation of the processes of formation of two and three nucleon systems in ^{16}O -impact at 3.25 a gev/c Scientific journal "Fundamentalis scientiam" (Madrid, Spain) Международный научный журнал. Испания ISSN 1817-5368 VOL. 1 №28/ 2019 у. pp 52-55
60. А.А.Мамахонов, Д.Холбаев. Сув омборлари тақсимлаш қувурларидан чиқаётган сувларнинг энергия самарадорлигини аниқлаш. НамМТИ илмий-техника журнали www.nammti.uz 2019-йил.
61. Дехконов Г.Д., Д.Холбаев. Электрохимическая активация водных сред "Экономика и социум" №12(67) 2019 www.iupr.ru
62. Д.Ж.Холбаева, С.Абдуазизова, Д.Ж.Холбаев Моделирования в matlab для обучения предмета переходные процессы. "Экономика и социум" №5(72) 2020 www.iupr.ru
63. Э.Шарибаев, М.Тўлкинов, Д.Ж.Холбаев. Анализ устойчивости энергетической системы в обучении предмета переходные процессы. "Экономика и социум" №5(72) 2020 www.iupr.ru
64. Э.Шарибаев, М.Тўлкинов, Д.Ж.Холбаев. Использование солнечных и ветряных электростанций малой мощности. "Экономика и социум" №5(72) 2020 www.iupr.ru
65. Махмудов Б, Д.Ж.Холбаев. Гелио коллекторные устройства и группировка. "Экономика и социум" №12(79) 2020 www.iupr.ru
66. А. Мамахонов, Д.Ж.Холбаев. Сув омборлари сувининг потенциал энергиясидан хавфсиз ва самарали электр энергия олишда, сифонли, вакуум ҳолатида ишловчи қувур ўтказгичлардан фойдаланишнинг назарий тадқиқотлари. "Ўзбекгидроэнергетика" илмий-техник журнали, 2020*№4 (8)
67. А. Мамахонов, Д.Ж.Холбаев. Preliminary Study on the Hydroelectricity Efficiency Generated from the Water Flow through Reservoir Distribution Pipes in the Chartaq Reservoir. Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, 05-Special Issue, 2020
68. А.Мамахонов, А.Каримов. Theoretical research on the use of siphoned, vacuum-operated pipelines to obtain safe and efficient electricity from the potential energy of reservoir water. International Journal of Future Generation Communication and Networking Vol. 13, No. 4, (2020), pp. 236–245
69. A'zam Mamaxonov, Olimjon Sarimsakov, Doniyor Kholbayev. Preparation and testing of an experimental version of the device for controlling the parameters of the air fan parameters of the cotton pneumatic transport operating mode. Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them AIP Conf. Proc. 2789, 040137-1–040137-5;https://doi.org/10.1063/5.0145815 Published by AIP Publishing.
70. А. Мамахонов, Д.Ж.Холбаев. Сув омборлари тақсимлаш қурулмаларидан чиқаётган сувларнинг энергия самарадорлигини аниқлаш. "Ўзбекгидроэнергетика" илмий-техник журнали, 2021*№1 (9)
71. А. Мамахонов, Д.Ж.Холбаев. Наманган вилояти тоғ олди худудлари гидроиншоатларининг энергетик кўрсаткичларини аниқлаш ва самарали микро ГЭС



қурилмалари параметрларини ҳисоблаш. “Ўзбекгидроэнергетика” илмий-техник журнали, 2021*№2 (10).

72. D.Otamirzayev, Doniyor Kholbayev. The Role of Energy Technologies in The Development of Agriculture. European journal of life safety and stability (ejlss) issn 2660-9630 www.ejlss.indexedresearch.org Volume 6, 2021 www.ejlss.indexedresearch.org

73. А.Мамахонов, О.Саримсақов Д. Холбайев. Paxta pnevmotransporti quvurida havo zichligi va tezligining o'zgarishini nazariy yo'l bilan tekshirish. Машинасозлик илмий-техника журнали Scientific and technical journal machine building Махсус сон №1, 2021 й. 221-225 bet Www.andmiedu.uz.