

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
MINTAQAVIY BO‘LIMI  
XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**XORAZM MA‘MUN  
AKADEMIYASI  
AXBOROTNOMASI**

Axborotnoma OAK Rayosatining 2016-yil 29-dekabrdagi 223/4-son qarori bilan biologiya, qishloq xo‘jaligi, tarix, iqtisodiyot, filologiya va arxitektura fanlari bo‘yicha doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan

**2025-5/1**

**Xorazm Ma‘mun akademiyasi axborotnomasi  
2006 yildan boshlab chop qilinadi**

**Xiva-2025**

**Bosh muharrir:***Abdullayev Ikram Iskandarovich, b.f.d., prof.***Bosh muharrir o‘rinbosari:***Hasanov Shodlik Bekpo‘latovich, k.f.n., k.i.x.***Tahrir hayati:**

<i>Abdullayev Ikram Iskandarovich, b.f.d., prof.</i>	<i>Mirzayeva Gulnara Saidarifovna, b.f.d.</i>
<i>Abdullayeva Muborak Maxmusovna, b.f.d., prof.</i>	<i>Najmeddinov Axmad Raxmatovich PhD, dotsent</i>
<i>Abduhalimov Bahrom Abduraximovich, t.f.d., prof.</i>	<i>Pazilov Abduvayeit, b.f.d., prof.</i>
<i>Agzamova Gulchexra Azizovna, t.f.d., prof.</i>	<i>Razzaqova Surayyo Razzoqovna, k.f.f.d., dos.</i>
<i>Aimbetov Nagmet Kalliyevich, i.f.d., akad.</i>	<i>Ramatov Bakmat Zaripovich, q/x.f.n., dos.</i>
<i>Ametov Yakub Idrisovich, b.f.d., prof.</i>	<i>Raximov Raxim Atajanovich, t.f.d., prof.</i>
<i>Babadjanov Xushnut, f.f.n., prof.</i>	<i>Raximov Matnazar Shomurotovich, b.f.d., prof.</i>
<i>Bahodirova Feruza Bahodir qizi, PhD, dots.</i>	<i>Raximova Go‘zal Yuldashovna, f.f.f.d., dos.</i>
<i>Bobojonova Sayyora Xushnudovna, b.f.n., dos.</i>	<i>Ro‘zmetov Baxtiyar, i.f.d., prof.</i>
<i>Bekchanov Davron Jumanazarovich, k.f.d.</i>	<i>Ro‘zmetov Dilshod Ro‘zimboyevich, g.f.n., k.i.x.</i>
<i>Buriyev Xasan Chutbayevich, b.f.d., prof.</i>	<i>Ruzmetov Davron Ibrogimovich, PhD</i>
<i>Gandjayeva Lola Atanazarovna, b.f.d., k.i.x.</i>	<i>Sadullayev Azimboy, f-m.f.d., akad.</i>
<i>Davletov Sanjar Rajabovich, tar.f.d.</i>	<i>Salayev San‘atbek Komilovich, i.f.d., prof.</i>
<i>Durdiyeva Gavhar Salayevna, arx.f.d.</i>	<i>Saparbayeva Gulandam Masharipovna, f.f.f.d.</i>
<i>Ibragimov Baxtiyor To‘laganovich, k.f.d., akad.</i>	<i>Saparov Kalandar Abdullayevich, b.f.d., prof.</i>
<i>Izzatullayev Zuvayd, b.f.d., prof.</i>	<i>Safarov Alisher Karimdjanovich, b.f.d., dos.</i>
<i>Ismailov Is‘haqjon Otabayevich, f.f.n., dos.</i>	<i>Sirojov Oybek Ochilovich, s.f.d., prof.</i>
<i>Jumaniyozov Otaboy, f.f.d., prof.</i>	<i>Sobitov O‘lmasboy Tojaxmedovich, b.f.f.d., k.i.x.</i>
<i>Jumaniyozov Zoxid Otaboyevich, f.f.n., dos.</i>	<i>Sotipov Goyipnazar, q/x.f.d., prof.</i>
<i>Jumanov Murat Arepbayevich, b.f.d., prof.</i>	<i>Tojibayev Komiljon Sharobitdinovich, b.f.d., akad.</i>
<i>Kadirova Shaxnoza Abduxalilovna, k.f.d., prof.</i>	<i>Xolliyev Askar Ergashevich, b.f.d., prof.</i>
<i>Qalandarov Nazimxon Nazirovich, b.f.f.d., k.i.x.</i>	<i>Xolmatov Baxtiyor Rustamovich, b.f.d.</i>
<i>Karabayev Ikramjan Turayevich, q/x.f.d., prof.</i>	<i>Cho‘ponov Otanazar Otojonovich, f.f.d., dos.</i>
<i>Karimov Ulug‘bek Temirbayevich, DSc</i>	<i>Shakarboyev Erkin Berdikulovich, b.f.d., prof.</i>
<i>Kurbanbayev Ilhom Jumanazarovich, b.f.d., prof.</i>	<i>Ermatova Jamila Ismailovna, f.f.n., dos.</i>
<i>Kurbanova Saida Bekchanovna, f.f.n., dos.</i>	<i>Eshchanov Ruzumboy Abdullayevich, b.f.d., prof.</i>
<i>Qutliyev Uchqun Otaboyevich, f-m.f.d., prof.</i>	<i>O‘razboyev G‘ayrat O‘razaliyevich, f-m.f.d.</i>
<i>Lamers Jon, q/x.f.d., prof.</i>	<i>O‘rozboyev Abdulla Durdiyevich, f.f.d.</i>
<i>Maykl S. Enjel, b.f.d., prof.</i>	<i>Hajiyeva Maqsuda Sultonovna, fal.f.d.</i>
<i>Maxmudov Raufjon Baxodirovich, f.f.d., k.i.x.</i>	<i>Hasanov Shodlik Bekpo‘latovich, k.f.n., k.i.x.</i>
<i>Mirzayev Sirojiddin Zayniyevich, f-m.f.d., prof.</i>	<i>Xudayberganova Durdona Sidiqovna, f.f.d.</i>
<i>Matniyozova Hilola Xudoyberganovna, b.f.d., prof.</i>	<i>Yuldashev Xamza Kamalovich, PhD</i>
<i>Masharipova Feruza Jumanazarovna, PhD</i>	<i>Zaripova Ranojon Zaripovna, PhD, dotsent</i>

Xorazm Ma‘mun akademiyasi axborotnomasi: ilmiy jurnal.-№5/1 (126), Xorazm Ma‘mun akademiyasi, 2025 y. – 333 b. –Bosma nashrning elektron varianti - <https://www.mamun.uz/bulletin>

ISSN 2091-573 X

Muassis: O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi mintaqaviy bo‘limi – Xorazm Ma‘mun akademiyasi

УДК 546(075.8)

ПРОТИВОРЕЧИЯ В ПОНЯТИЯХ ВАЛЕНТНОСТИ И СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ  
АЗОТА*Р.А.Эшчанов, проф., Чирчикский государственный педагогический университет, Чирчик*

**Annotatsiya.** Ushbu maqola azot elementining valentligi va oksidlanish darajasi o'rtasidagi murakkab nazariy farqlarni o'rganadi. Azot oksidlanish darajasi yuqori bo'lgan birikmalar (xususan, +5) -  $N_2O_5$  va  $HNO_3$  - misolidan foydalanib, ko'pgina darsliklarda oksidlanish darajasi +5, valentlik esa 4 deb ko'rsatilgan, bu esa ilmiy-didaktik qarama-qarshiliklarni keltirib chiqaradi. Yuqori energiya sharoitida azot atomi juftlashgan elektronni juftlashmagan holda 5 ta kovalent bog'lanish hosil qilishi mumkinligi nazariy jihatdan asoslanadi, bu esa qo'shimcha bo'sh bo'lgan sektoral sferik orbital hosil bo'lishi bilan bog'liq. Bu azot atomining holatini besh valentli va beshta aloqa bilan tushuntiradi.

O'zaro bog'liqligiga qaramay, valentlik va oksidlanish darajasi mustaqil tushunchalar bo'lib, bir-birini almashtira olmaydi. Ayrim kompleks birikmalarda juftlashtirilmagan elektronlarning mavjudligi paramagnit xossalarga olib kelishi ham alohida ko'rib chiqiladi. "Yarim elektron bog'lanish" tushunchasi fizik va kimyoviy asosga ega bo'lmagan didaktik jihatdan qulay model sifatida tanqidiy baholanadi.

Bundan tashqari, turli azot oksidlarining ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ ) magnit xossalari markaziy azot atomining molekulyar tuzilishi va elektron konfiguratsiyasiga bog'liq ekanligi ko'rsatildi. Xususan,  $NO$  va  $NO_2$  molekulari juftlanmagan elektronlarni o'z ichiga oladi va paramagnit xususiyatlarga ega, qolgan oksidlar esa diamagnitdir. Bu farq ularning fizik xususiyatlarini tushunishda ham, kimyoviy faolligini baholashda ham muhim rol o'ynaydi.

**Kalit so'zlar:** Azotning oksidlanish darajasi; valentlik; kovalent bog'lanish; yarim elektron aloqa; paramagnetizm; diamagnetizm; molekulyar tuzilish; azot oksidi; elektron konfiguratsiya; kimyoviy faollik; orbital model; didaktik muammo.

**Аннотация.** В статье анализируются сложные теоретические различия между валентностью и степенью окисления элемента азота. На примере соединений с высокой степенью окисления азота (в частности, +5) —  $N_2O_5$  и  $HNO_3$  — показано, что во многих учебных изданиях степень окисления указывается как +5, а валентность — как 4, что вызывает научные и дидактические противоречия. Теоретически обосновывается, что в условиях высокой энергии атом азота может спаренный электрон сделать неспаренным, образуя 5 ковалентных связей, что связано с формированием дополнительной вакантной секторальной сферической орбитали. Это объясняет состояние атома азота как пентавалентного и с пятью связями.

Подчеркивается, что, несмотря на взаимосвязь, валентность и степень окисления являются самостоятельными понятиями и не могут заменять друг друга. Также отдельно рассматривается, что наличие неспаренных электронов в некоторых сложных соединениях приводит к парамагнитным свойствам. Концепция «полуэлектронной связи» оценивается критически как дидактически удобная модель, не имеющая физико-химического обоснования.

Кроме того, показано, что магнитные свойства различных оксидов азота ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ ) зависят от молекулярного строения и электронной конфигурации центрального атома азота. В частности, молекулы  $NO$  и  $NO_2$  содержат неспаренные электроны и обладают парамагнитными свойствами, в то время как остальные оксиды — диамагнитны. Это различие играет важную роль как в понимании их физических свойств, так и в оценке химической активности.

**Ключевые слова:** Степень окисления азота; валентность; ковалентная связь; полуэлектронная связь; парамагнетизм; диамагнетизм; молекулярное строение; оксиды азота; электронная конфигурация; химическая активность; орбитальная модель; дидактическая проблема.

**Abstract.** *The article analyzes the complex theoretical differences between the valence and oxidation state of the element nitrogen. Using the example of compounds with a high oxidation state of nitrogen (in particular, +5) -  $N_2O_5$  and  $HNO_3$  - it is shown that in many textbooks the oxidation state is indicated as +5, and the valence as 4, which causes scientific and didactic contradictions. It is theoretically substantiated that under high energy conditions, the nitrogen atom can make a paired electron unpaired, forming 5 covalent bonds, which is associated with the formation of an additional vacant sectoral spherical orbital. This explains the state of the nitrogen atom as pentavalent and with five bonds. It is emphasized that, despite the relationship, valence and oxidation state are independent concepts and cannot replace each other. It is also separately considered that the presence of unpaired electrons in some complex compounds leads to paramagnetic properties. The concept of "half-electron bond" is assessed critically as a didactically convenient model that has no physical and chemical substantiation.*

*In addition, it is shown that the magnetic properties of various nitrogen oxides ( $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ ,  $N_2O_5$ ) depend on the molecular structure and electron configuration of the central nitrogen atom. In particular,  $NO$  and  $NO_2$  molecules contain unpaired electrons and have paramagnetic properties, while the remaining oxides are diamagnetic. This difference plays an important role both in understanding their physical properties and in assessing their chemical activity.*

**Key words:** *Nitrogen oxidation state; valence; covalent bond; half-electron bond; paramagnetism; diamagnetism; molecular structure; nitrogen oxides; electron configuration; chemical activity; orbital model; didactic problem.*

В химии валентность и степени окисления элементов имеют важное значение для определения их связующих свойств. Однако в настоящее время в теоретических сведениях, касающихся некоторых элементов, в частности азота, наблюдаются определённые противоречия. Особенно наглядно эта противоречивая ситуация проявляется на примере соединений азота со степенью окисления +5 — оксида азота(V) ( $N_2O_5$ ) и азотной кислоты ( $HNO_3$ ).

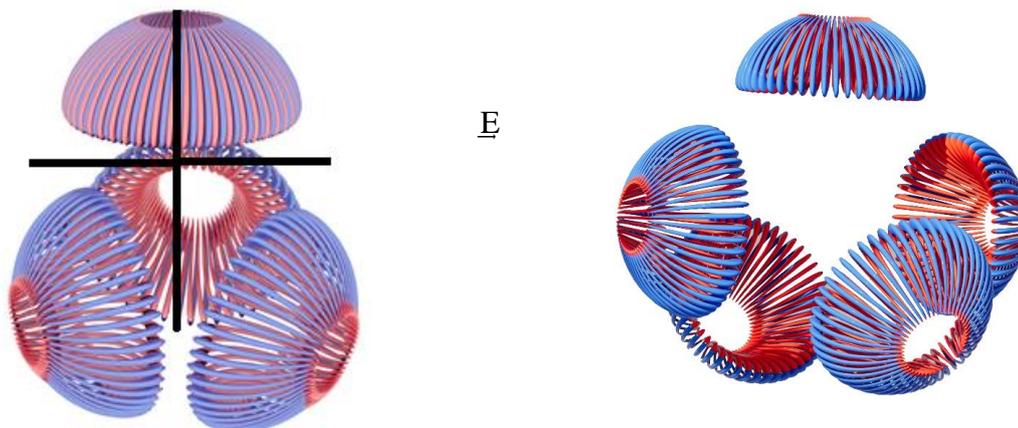
Во многих учебных пособиях степень окисления азота в этих соединениях указывается как +5, тогда как валентность — как 4. Валентностью называют количество неспаренных электронов у атома элемента, то есть это не способность атома элемента присоединять другие атомы. Это вызывает у обучающихся закономерный вопрос: если атом использовал пять электронов в реакции, почему же его валентность указана как четыре?

В некоторых объяснениях с целью упрощения вводится понятие «полуэлектронной связи». То есть, одна из двойных связей между атомами азота и кислорода считается обычной ковалентной, а другая якобы полуэлектронной, обозначаемой штрихом. Однако на самом деле термин «полуэлектронная связь» в науке не существует, а представляет собой условную модель, введённую для упрощённого объяснения сложных электронных взаимодействий. Это одна из последних мер, применяемых в науке, которая не имеет под собой физико-химического обоснования, поскольку электрон является электромагнитным волновым пакетом, а его характеристика заряда — это  $\pm 1/2$ . Обозначение  $\pm 1/2$  указывает на ориентацию в магнитном поле ЭМВП, но не означает наличие отдельных полу электронных зарядов [1].

Для более глубокого анализа данной проблемы необходимо рассмотреть пространственное электронное строение атома азота, то есть его геометрическую конфигурацию и электронный пакет. В обычном состоянии атом азота имеет тетраэдрическую конфигурацию. Согласно данной модели, на нижней сфере тетраэдра расположены три неспаренных электрона, а в верхней части — одна электронная пара. Если провести вертикальную ось и мысленно разделить её пополам, то в нижней части сферы атома находятся три неспаренных электрона, а в верхней — одна электронная пара (рисунок 1(а)).

При высокоэнергетических условиях в реакции спаренный электрон азота становится неспаренным, в результате чего образуется пять неспаренных валентных электронов (рисунок 1(б)). Таким образом, атом азота формирует пять ковалентных связей и вступает в сложные соединения со степенью окисления +5 и валентностью 5. В процессе реакции в атоме азота

формируется дополнительная вакантная секторная сферическая орбиталь, и одна из парных электронов атома переходит на эту вакантную орбиталь, что обеспечивает пятую валентность и степень окисления +5 [2].



Тетраэдрическая конфигурация электронов атома азота в не возбуждённом состоянии (а)

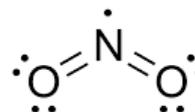
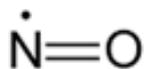
Конфигурация электронов атома азота в возбуждённом состоянии (б)

Рисунок 1. Переход атома азота в возбуждённое состояние с открытием вакантного сектора для электронов и появлением неспаренных электронов

На этом этапе следует обратить внимание на следующий момент: несмотря на взаимосвязь понятий валентности и степени окисления, они не являются взаимозаменяемыми. Степень окисления указывает на количество переданных или принятых электронов. Следовательно, у некоторых элементов валентность и степень окисления могут не совпадать. В результате этого, в ряде сложных веществ неспаренные валентные электроны вызывают проявление парамагнитных свойств.

Путаница в понятиях валентности и степени окисления азота — это не только теоретическая научная проблема, но и важная дидактическая задача, связанная с правильной подачей материала учащимся. Такие условные понятия, как «полуэлектронная связь», могут временно смягчить противоречия, но не являются обоснованным решением.

Оксиды азота, образованные с кислородом, обладают различными магнитными свойствами, что непосредственно связано с их молекулярным строением и электронной конфигурацией. В частности, оксид азота (II) (NO) и оксид азота (IV) (NO<sub>2</sub>) являются парамагнитными веществами. Основная причина их парамагнитных свойств заключается в наличии неспаренных электронов на центральном атоме азота в молекуле (рисунок 2). Именно эти электроны вызывают притяжение вещества во внешнем магнитном поле — это явление называется парамагнетизмом.



Оксид азота (II); валентность азота — 3; степень окисления — +2

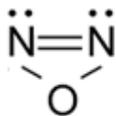
Оксид азота (IV); валентность азота — 5; степень окисления — +4

Рисунок 2. Оксиды азота с парамагнитными свойствами

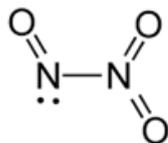
Остальные оксиды — оксид азота(I) (N<sub>2</sub>O), оксид азота (III) (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), оксид азота(V) (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), а также двойной оксид азота — не являются парамагнитными, то есть они являются диамагнитными веществами. В этих соединениях все электроны на центральном атоме азота спарены, поэтому они слабо взаимодействуют с внешним магнитным полем. В результате такие вещества не притягиваются магнитным полем, а наоборот, могут демонстрировать слабое отталкивание (рисунок 3).

В молекуле азотной кислоты (HNO<sub>3</sub>) атом азота проявляет степень окисления +5 и валентность 5. В некоторых источниках указано, что в этом состоянии валентность азота равна 4, что вызывает путаницу и является некорректным объяснением, так как предполагается существование «полуэлектронной связи» между азотом и кислородом, которой на самом деле

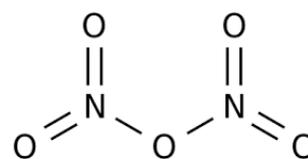
не существует. В азотной кислоте степень окисления и валентность азота совпадают, обе равны 5.



Оксид азота (I); валентность азота — 3; степень окисления — +1



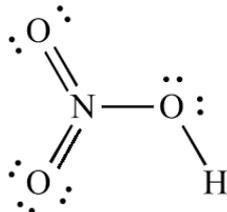
Оксид азота (III); валентность азота — 3 и 5; степень окисления — +2 и +4



Оксид азота (V); валентность азота — 5; степень окисления — +5

Рисунок 3. Оксиды азота с диамагнитными свойствами

Эта ситуация объясняется тем, что в возбужденном состоянии атом азота может образовывать 5 неспаренных валентных электронных связей за счёт дополнительных вакантных орбиталей. Подобное научное обоснование является важным теоретическим критерием для глубокого понимания химических связей (рисунок 4).



4-рисунок. Азотная кислота (HNO<sub>3</sub>): Валентность азота — 5; Степень окисления — +5

Электронная конфигурация атома является одним из основных факторов, определяющих его химические свойства, в частности активность. Особенно важно количество неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне, так как именно они определяют способность атома образовывать химические связи с другими атомами. Например, одновалентный атом водорода благодаря одному неспаренному электрону может образовывать только одну ковалентную связь. Следует отметить, что именно неспаренные электроны лежат в основе всех химических связей.

**Заключение.** Магнитные свойства оксидов азота тесно связаны с наличием неспаренных электронов в их молекулярной структуре, что определяет проявление парамагнитных или диамагнитных характеристик. Парамагнетизм обусловлен именно присутствием неспаренных электронов, и это играет важную роль не только с физической точки зрения, но и для понимания химической активности веществ.

Электронная конфигурация атома является основным фактором, определяющим его химические свойства, в частности, реакционную способность и способность к образованию химических связей.

В целом, понятие «полуэлектронной связи», встречающееся в некоторых соединениях азота, не имеет научного обоснования. Существование такой связи не подтверждено ни теоретически, ни экспериментально. Это объясняется тем, что химическая связь формируется исключительно с участием неспаренных (нечетных) электронов, тогда как спаренные электроны не участвуют в образовании химических связей.

Поэтому для адекватного понимания реального электронного строения молекул необходимо отказаться от упрощенных понятий, таких как «полуэлектронная связь». Такой подход представляет собой важную теоретическую основу не только для научных исследований, но и для преподавания химии.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Ruzumboy Eshchanov, Theory of transformation in atomic and nucleon orbitals // Хоразм Маъмур Академияси ахборотномаси, 2024-3/1, p.p. 227-241.
2. Эшчанов Р.А. Одно и двух электронная химическая связь, спаривание электронов в атомном орбитале и природа металлической связи // Хоразм Маъмур Академияси ахборотномаси, 2023-12/3, стр. 240-255.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI  
MINTAQAVIY BO‘LIMI  
XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI  
AXBOROTNOMASI**

**№5/1 (126)  
2025 y., may**

O‘zbekcha matn muharriri:  
Ruscha matn muharriri:  
Inglizcha matn muharriri:  
Musahhih:  
Texnik muharrir:

Ro‘zmetov Dilshod  
Hasanov Shodlik  
Xamrayev Nurbek, Lamers Jon  
O‘rozboyev Abdulla  
Shomurodov Jur‘at

“Xorazm Ma‘mun akademiyasi axborotnomasi” O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligi Xorazm viloyat boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tgan. Guvoxnoma № 13-023

Terishga berildi: 07.05.2025  
Bosishga ruxsat etildi: 14.05.2025.  
Qog‘oz bichimi: 60x84 1/8. Adadi 70.  
Hajmi 17.9 b.t. Buyurtma: № 5-T

Xorazm Ma‘mun akademiyasi noshirlik bo‘limi  
220900, Xiva, Markaz-1  
Tel/faks: (0 362) 226-20-28  
E-mail: mamun-axborotnoma@academy.uz  
xma\_axborotnomasi@mail.ru



**(+998) 97-458-28-18**