



IF = 9.2

**APPLICATION OF THE METHOD OF METHOD OF  
THERMODESORPTION SURFACE-IONIZING  
SPECTROSCOPY IN THE ANALYSIS OF KLOZAPIN****Zokirova Gulrukh Rakhmatillaevna**

ALFRAGANUS UNIVERSITY

e-mail: [g.zokirova84@gmail.com](mailto:g.zokirova84@gmail.com)<https://doi.org/10.5281/zenodo.18334474>**ARTICLE INFO**Received: 15<sup>th</sup> January 2026Accepted: 21<sup>st</sup> January 20Online: 22<sup>nd</sup> January 2026**KEYWORDS**

Thermodesorption surface-  
ionization spectroscopy,  
klozapin, qualitative and  
quantitative analysis,  
validation.

**ABSTRACT**

*The methods of determination and identification of klozapin by the approach of thermodesorption surface-ionizing spectroscopy were worked out. It was established that alcoholic solutions of klozapin has maximum absorbtion at  $\sim 180 \pm 15^\circ\text{C}$  and  $\sim 270 \pm 15^\circ\text{C}$ . The linear-dynamic range is in the interval concentration of 5,0-50,0 mkg/ml of substance in the sample. Sensitivity of the method is 10 ng. Worked out method was applied for analysis of klozapine in expert objects.*

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТЕРМОДЕСОРБЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТНО-  
ИОНИЗАЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ АНАЛИЗЕ КЛОЗАПИНА****Зокирова Гулрух Рахматиллаевна**

Алфраганус университети

e-mail: [g.zokirova84@gmail.com](mailto:g.zokirova84@gmail.com)<https://doi.org/10.5281/zenodo.18334474>**ARTICLE INFO**Received: 15<sup>th</sup> January 2026Accepted: 21<sup>st</sup> January 20Online: 22<sup>nd</sup> January 2026**KEYWORDS**

Термодесорбционная  
поверхностно-  
ионизационная  
спектроскопия, клозапин,  
качественный и  
количественный анализ,  
валидация.

**ABSTRACT**

*Разработаны методы определения и идентификации клозапина методом термодесорбционной поверхностно-ионизационной спектроскопии. При этом установлено, что спиртовые растворы оланзапина имеют максимум поглощения при  $\sim 180 \pm 15^\circ\text{C}$   $\sim 270 \pm 15^\circ\text{C}$ . Линейно-динамический диапазон находится в интервале концентрации 5,0-50,0 мкг/мл вещества в пробе. Чувствительность метода составляет 10 нг. Разработанный метод рекомендован для анализа клозапина в экспертных объектов.*

**ТЕРМОДЕСОРБЦИОН СИРТ ИОНЛАШУВ СПЕКТРОСКОПИЯ  
УСУЛИНИ КЛОЗАПИН ТАҲЛИЛИДА ҚЎЛЛАШ****Зокирова Гулрух Рахматиллаевна**

Алфраганус университети

e-mail: [g.zokirova84@gmail.com](mailto:g.zokirova84@gmail.com)<https://doi.org/10.5281/zenodo.18334474>



IF = 9.2

## ARTICLE INFO

Received: 15<sup>th</sup> January 2026Accepted: 21<sup>st</sup> January 20Online: 22<sup>nd</sup> January 2026

## KEYWORDS

Термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопия, клозапин, чинлик ва миқдорий таҳлил, валидация.

## ABSTRACT

Клозапиннинг термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопия усулида чинлик ва миқдорий таҳлил шароитлари ишлаб чиқилди. Унинг 96 % этил спиртли эритмасида  $180 \pm 15^\circ\text{C}$  ва  $270 \pm 15^\circ\text{C}$  да чизиқли чўққилар пайдо бўлиши кuzатилди. Усулнинг чизиқлилиги диапазони намунада 5,0-50,0 мкг/мл, сезгирлиги эса 10,0 нг. Ишлаб чиқилган таҳлил шароитлари клозапинни экспертлик объектлари ва биологик объектлар таркибидан аниқлашга тавсия қилинди.

**КИРИШ** Klozapin benzodiazepin guruhiga mansub, tibbiyot amaliyotida shizofreniya, depressiv psixozlar, bezovtalanish, uyquning buzilishlarida keng qo'llanilib kelinmoqda. Zaharlanish holatlarida bemorlarga tez tibbiy yordam ko'rsatish uchun to'g'ri tashhis qo'yish juda muhim. Bunda zaharlanish sabablarini tezkorlik bilan aniqlash muhim, biologik suyuqliklardan (qon, peshob, oshqozon chayindi suvlari) zaharlarni ajratib olib, aniqlash lozim. Klinik va sud toksikologiyasi amaliyotida klozapinni aniqlash usullarini takomillashtirish, sezgir tahlil usulini yaratish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

**АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ.** Ўзбекистон Республикасида қайд этилган дори воситалари ва тиббий буюмларининг Давлат Реестри маълумотларига асосан Ўзбекистон ҳудудида умумий 103 номдаги нейролептик дори воситаларидан фойдаланилмоқда. Ушбу гуруҳ моддаларига клозапин воситаси ҳам кирази [4] унинг Ўзбекистонда 3 та номдаги препарати (klozalan, leronexs, azaleptol) рўйхатдан ўтган бўлиб, у сариқ зангори рангли кристалл кукун модда. Сувда эримайди, спиртда эрийди. Молекуляр массаси: 326,8 [5, 6].

Dori vositasidan uzoq vaqt va ko'p miqdorda qo'llanilishida holsizlik, uyquchanlik, хотiraning buzilishi, bosh og'rishi, bosh aylanishi, og'izning qurishi, taxikardiya, chanqash, qusish, tana haroratining ko'tarilishi holatlari ro'y berishi natijasida zaharlanishlar kuzatilmoqda. Uning terapevtik dozasi 0,025-0,2 g, zaharlilik dozasi 0,5-1,0 g, letal dozasi 2,5-4,0 g ni tashkil qiladi. [2,3].

Шундай усуллардан бири термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик (ТДСИС) таҳлил усули ҳисобланади [7,8]. ТДСИС таҳлил усули органик моддалар таҳлилида қўлланиладиган физик-кимёвий усуллар орасида янги усуллардан бўлиб, ўзининг юқори сезгирлиги, жуда кам миқдордаги текширилувчи моддаларни аниқлашга имкон бериши билан ажралиб туради [9]. Термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик таҳлилни амалга оширишда сирт ионлашув индикатори апаратидан фойдаланилади. Аппаратнинг ишлаш моҳияти модда молекулаларини маълум ҳароратда дастурлаштирилган йўсинда буғлатиш ва уларни сирт ионлашув детекторидан термодесорбцион спектрлар кўринишида қайд қилишдан иборатдир [10, 11]. Қайд қилиш асосини сирт ионлашув детекторининг ишлаш тизими ташкил қилади [12]. Детекторнинг аноди



қиздирилган эмиттер бўлиб, катоди эса мусбат ионлар коллекторидир. Таҳлил қилинаётган аралашманинг эритмаси диод орқали ўтказилганда, эмиттер сиртига келиб тушаётган молекулалар ионлар кўринишида десорбцияланади [13]. Десорбцияланган ионлар эса электр майдони ёрдамида коллекторга ёзиб олиш учун йўналтирилади [14].

Юқоридагиларни инобатга олган ҳолда клозапинни термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопияси усулида чинлик ва миқдорий таҳлил усулларини ишлаб чиқиш ҳамда уни валидацион параметрларини ўрганиш мақсад қилиб олинди.

Клозапиннинг термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик таҳлилин амалга оширишда сирт ионлашув индикатори ПИИ-Н-С “Искович-1” аппаратидан фойдаланилди.

*Ишчи стандарт намунани таҳлилга тайёрлаш.* 0,001 г клозапиннинг ишчи стандарт намунасидан аниқ тортма олиниб, 50 мл ўлчов колбасига ўтказилди ва 10-20 мл 96 % этил спирти ёрдамида эритилди сўнгра белгисигача 96 % этил спирти билан етказилади.

*Намунани таҳлилга тайёрлаш.* 1 дона таблетка олиниб, ховончада майдаланди. Майдаланган таблетка 100 мл ўлчов стаканига ўтказилиб, устига 10-20 мл 96 % этил спирти солинди ва магнитли аралаштиргич ёрдамида эритилди. Ҳосил бўлган эритма фильтр қоғоз ёрдамида филтрланиб, 50 мл ўлчов колбасига ўтказилди ва белгисигача 96 % этил спирти билан етказилди (А эритма). Сўнгра клозапиннинг чинлик ва миқдорий таҳлили амалга оширилди.

Клозапинни термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик таҳлили қуйидаги шароитда олиб борилди:

эмиттер – иридий киришмали оксидланган молибден,

эмиттер кучланиши – 405 В;

эмиттер ҳарорати – 390 – 420 °С;

буғлатиш ҳарорати – хона ҳароратидан 505 °С;

ҳаво оқими – 50 л/соат (компрессор кучланиши 12 В);

таҳлил учун олинган текширилувчи намуна ҳажми - 1,0 мкл;

таҳлил давомийлиги -3 дақиқа.

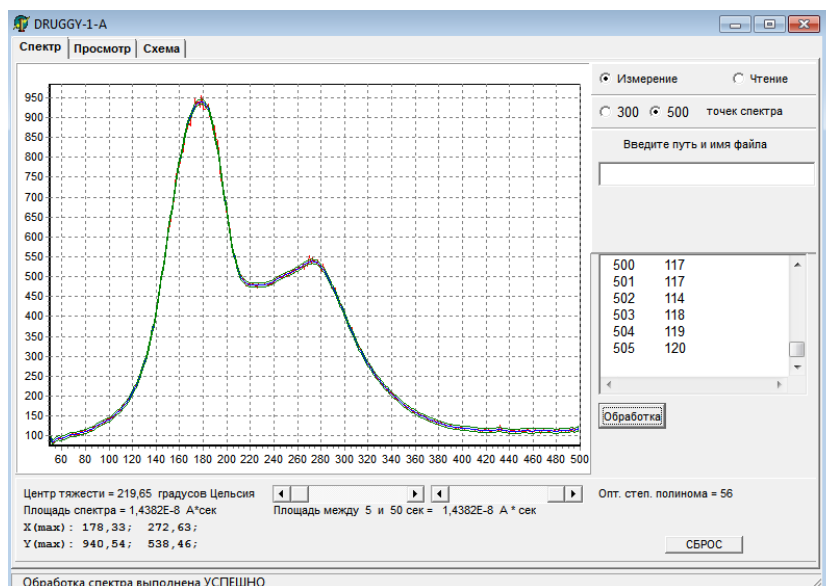
Спектрларни ёзиб олиш бевосита компьютер дастури ёрдамида амалга оширилди.

Юқорида тайёрланган эритмадан клозапиннинг 20 мкг/мл ишчи стандарт эритмаси тайёрланиб, микрошприц ёрдамида 1 мкл миқдорда ПИИ-Н-С “Искович-1” аппаратининг буғлатгич лентасидаги цилиндрик чуқурчага солинди ва клозапиннинг термодесорбцион спектрлари олинди.

Миқдорий таҳлил эса аниқ концентрацияли стандарт намуна эритмалари асосида тузилган калибрлаш чизмаси асосида олиб борилди. Калибрлаш чизмасини тузиш учун таркибида 5, 10, 20, 30, 40, 50 мкг/мл клозапиннинг стандарт намунаси сақлаган спиртли эритмаларидан 1 мкл дан микрошприц ёрдамида ПИИ-Н-С “Искович-1” аппаратининг буғлатгич лентасидаги цилиндрик чуқурчага киритилиб, таҳлиллар уч маротаба олиб борилди ва уларнинг ўртача

қийматлари (клозапин ~149±15°C даги чўққиси ҳисобига) ҳисоблаб топилди ва калибрлаш чизмаси чизиб олинди. Тажрибаларда олинган натижалар оланзапин учун 3 – жадвал келтирилган.

**НАТИЖАЛАР:** Таҳлил натижалари шуни кўрсатдики клозапиннинг 96 % ли этил спиртидаги эритмаси таҳлил қилинганда 180±15°C ва 270±15°C клозапинга хос чизиқли чўққилар пайдо бўлиши кузатилди (1-расм). Олинган термодесорбцион спектрларни компьютернинг маълумотлар банкига эталон спектр сифатида ёзиб қўйилди. Усулнинг сезгирлик даражаси 10<sup>-10</sup> г ни ташкил қилди.



**1-расм. Клозапиннинг ТДСИ спектри**

Ишлаб чиқилган усулнинг валидацияси қуйидаги кўрсаткичларни аниқлаш билан амалга оширилди: чизиқлилиги, сезгирлиги, аниқлиги, қайталанувчанлиги ва хусусийлиги. Клозапин учун энг кичик квадратлар услуби ёрдамида калибрлаш чизмасининг тенгламаси  $Y = a + bX$  ҳисобланди ( $a$  ёки  $Y_{\min}$  сигналнинг фон қиймати, яъни аниқланувчи модданинг ноль концентрациясининг аналитик сигнал қиймати,  $b$  - асбоб сезгирлигининг коэффиценти, калибрлаш тўғри чизигини оғиш бурчагининг тангенсига тенг қиймат,  $X$  - аниқланувчи модда концентрацияси), бу формуладан аниқлаш чегарасини  $LOQ = 2a/b$  формула ёрдамида ҳисоблаб топилди. Калибрлаш чизмасининг чизиқлиги шароитида аниқлаш чегараси (LOQ) идентификация қилиш чегарасидан (LOD) 2-3 марта катта бўлади, яъни  $(LOQ / LOD) \approx 2-3$ . Шунингдек максимум аниқлаш чегараси ( $ACh_{\max}$ ) ҳам белгиланади. Намуналар миқдорини топиш ва аниқлаш учун ТДСИС усулида ишлаб чиқилган валидацияси натижалари 1-2- жадвал ва 2-расмда келтирилган.

1 -жадвал

**Клозапиннинг ТДСИС усулида таҳлил қилиш усулининг валидация кўрсаткичлари**

<i>Кўрсаткичлар</i>	<i>Натижалар (n=5)</i>
$T_{\max}, ^\circ C$	180±15
Аниқлашнинг чизиқли диапазони, мкг/мл	5,0-50

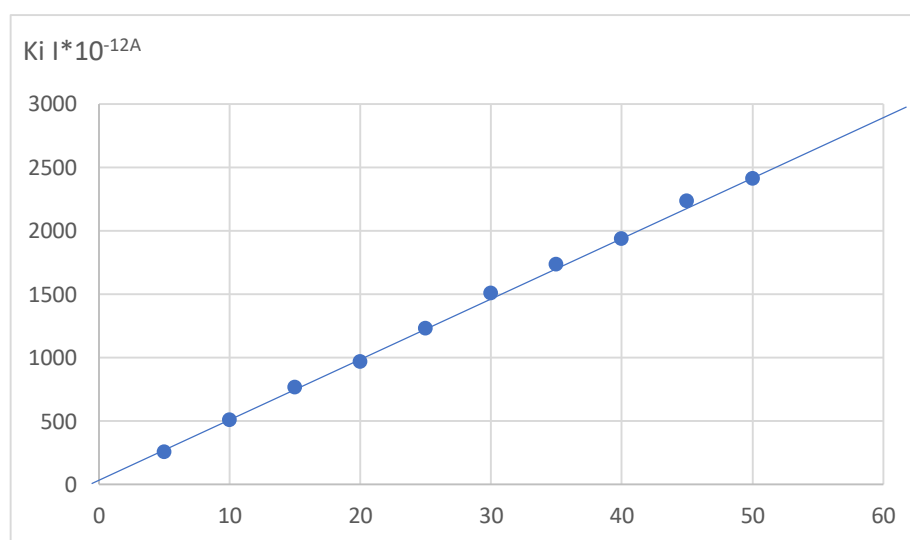


Инонланиш коэффициенти ( $K_i \times 10^{-12A}$ )	132,82
a - регрессия тенгламасининг эркин ҳади	17,2115
b - регрессия коэффициенти	134,2321
$r^2$ -корреляция коэффициенти	0,9954
LOD, мкг/мл	0,9
LOQ, мкг/мл	2,7
$ACh_{max}$ , мкг/мл	50

2-жадвал

**Ишлаб чиқилган ТДСИС шароитларининг чизиқлилигини ўрганиш натижалари (Клозапин  $\sim 180 \pm 15^\circ C$ )  $n=9$ )**

Эритма концентрацияси, мкг/мл	ТДСИ спектрлари баландлиги (ток кучи қиймати ( $I \times 10^{-12A}$ ))
10	510
15	770
20	969
25	1231
30	1510
35	1740
40	1940
45	2235
50	2416



### 2-расм. ТДСИС таҳлил шароитларининг чизиқлилиги

Тажрибанинг кейинги босқичида ишлаб чиқилган ТДСИС таҳлил шароитларининг клозапин учун хусусийлиги ўрганилди. Юқорида келтирилган шароитларда бошқа нейрорептикларнинг сирт ионлашув спектрлари ҳароратидан клозапиннинг сирт ионлашув спектрлари ҳарорати фарқланди. Натижалар 3 - жадвал келтирилган.

3- жадвал



**Ишлаб чиқилган ТДСИС таҳлил шароитларининг оланзапин учун хусусийлигини ўрганиш натижалари**

Текширилувчи дори модда	Максимал ионлашув ҳарорати, °C
Оланзапин	149±15
Клозапин	180±15
Галоперидол	169±15
Рисперидон	204±15

3- жадвалдан кўриниб турибдики ушбу ТДСИС шароитларида клозапин дори моддасини аниқлашда бошқа нейрорептиклар ҳалақит бермайди.

Клозапиннинг ТДСИС усулда миқдорий таҳлили аниқланилиб, метрологик ҳисоби амалга оширилди [18]. Олинган натижалар 4 - жадвалда келтирилган.

4-жадвал

**Клозапин миқдорини термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик таҳлил натижалари (n=5)**

Таҳлил учун олинган модда миқдори, мкг/мл	Аниқланди		Максимал ионлашув ҳарорати, °C	Метрологик таҳлил натижалари
	нг	%		
20	20,12	100,6	180	f=5; $T_{(95\%,5)}=2,57$ $X_{\text{ўр}}=100,28$ $S^2=2,9297$ $S=1,712$ $S_x=0,699$ $\Delta X_{\text{ўр}}=1,796$ $E_{\text{ўр}}=1,791$
20	19,84	99,2	180	
20	19,87	99,35	182	
20	19,79	98,95	179	
20	20,71	103,55	178	
20	20,01	100,05	181	

4-жадвалдан кўриниб турибдики клозапинни ТДСИС таҳлил натижасида  $X_{\text{ўр}}=100,28\%$  ни, ўртача нисбий хатолик  $E_{\text{ўр}}=1,791\%$  ни ташкил қилди. Олиб борилган таҳлил натижаларига асосланиб, клозапинни экспертлик объектлари (дори воситасидан, дори шаклларида) таркибидан аниқлашда қўлланилди ва ижобий натижаларга эришилди.

**ХУЛОСА.** Клозапиннинг термодесорбцион сирт ионлашув спектроскопик таҳлили амалга оширилди. Бунда клозапиннинг 95% ли этил спиртдаги эритмаси ~180±15 °C ва 270±15°C да чизиқли чўққининг пайдо бўлиши билан тасдиқлаб олишга эришилди. Усулнинг чизиқлилиқ диапазони намунада 5,0-50,0 мкг/мл, сезгирлиги эса 10 нг ни ташкил қилди. Миқдорий таҳлилни стандарт намуна



эритмалари асосида тузилган калибрлаш чизмаси асосида топилади. Клозапинни ТДСИС таҳлил усулининг валидацион параметрлари ўрганилди. Ўрганилган ТДСИС усули ёрдамида клозапинни дори воситаси ва дори шаклидан аниқлашда ижобий натижаларга эришилди. Таҳлил натижаларини суд криминалистика ва суд-кимё амалиётида экспертлик объектлари таркибидан аниқлашда қўлланилди.

### References:

1. Г.Р. Зокирова, Ф.С. Жалилов, Г. Клозапин таҳлилида Юпқа қатламли хроматография усулини қўллаш // *Farmatsevtika jurnali*. – Тошкент, 2023. – №3. – Б. 51-57.
2. Mauri MC, Paletta S, Di Pace C, Reggiori A, Cirnigliaro G, Valli I, Altamura AC. Clinical Pharmacokinetics of Atypical Antipsychotics: An Update. *Clin Pharmacokinet*. 2018 Dec;57(12):1493-1528.
3. Urban AE, Cubala WJ. Therapeutic drug monitoring of atypical antipsychotics. *Psychiatr Pol*. 2017 Dec 30;51(6):1059-1077.
4. Г.Р. Зокирова, Ф.С. Жалилов, Г.А. Султонова Нейролептик дори воситаларнинг контент таҳлили // *Ўзбекистон фармацевтик хабарномаси*. – Тошкент, 2021. – №3-4. – Б. 27-31
5. Clark S. // *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons in pharmaceuticals, body fluids and postmortem material*. – London: The Pharmaceutical Press, 2011. – P. 1815-1818.
6. Г.Р. Зокирова, Ф.С. Жалилов, Г. УБ-Спектрофотометрик усулда клозапин дори моддаси таҳлил // *Farmatsiya va farmakologiya*. – Тошкент, 2024. – №2. – Б. 28-33.
7. Жалилов Ф.С., Пулатова Л.Т. Спектроскопик таҳлил усуллари антидепрессант дори воситалари ва спайслар таҳлилида қўллаш. Монография. – Т.: IQTISODIYOT, 2020. – 85 б.
8. Zulfikarieva D.A., Yuldashev Z.A. Application of the method of thermal-security surface-ionization spectroscopy in analysis of alkaloids of conium maculatum // *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. -2019. -Vol.8, Issue 6.-pp.48-53
9. Zokirova G.R., Jalilov F.S. Termodesorption sirt ionlashuv spektroskopiya usulini klozapin tahlilida qo'llash // "Farmatsevtika sohasining bugungi holati:muammolar va istiqbollar"(xalqaro ilmiy -amaliy anjumani materiallari). – Тошкент, 2021. – Б. 401-402
10. Jalilov, F. S., Pulatova, L. T., Jalilova, F. S., Sharipova, O. Z. Meliboyeva Sh. Sh. Analysis of sertraline from biological fluids by thermal desorption surface-ionizing spectroscopy. *The Pharma Innovation Journal*.-2020, 9(6), 603-606.
11. F.S. Jalilova, Z.A. Yuldashev, F.S. Jalilov, B.B. Nazarov, Development of conditions for tramadol analysis by the method of thermodesorption surface-ionizing spectroscopy // *Tibbiyotda yangi kun* 34 (2), 183-188
12. Зулфикариева Д.А., Юлдашев З.А. Применение метода термодесорбционной поверхностно-ионизационной спектроскопии в анализе алкалоидов чистотела // *Фармацевтический журнал*. –Ташкент. -2016. -№1. -Б.46-50.(15.00.00., №2).
13. Жалилов Ф.С., Таджиев М.А. Биологик суюқликлар таркибидан ажратиб олинган пароксетинни замонавий спектроскопия усулида таҳлили // *Farmatsevtika jurnali*. – Тошкент, 2016. –№4. -Б. 45-48.



14. Ўзбекистон Республикаси Давлат фармакопеяси. Биринчи нашр, I жилд, 1-қисм, Тошкент 2021. –Б. 78-85.