

## YARIMO'TKAZGICHLI MAYDON TRANZISTORIGA YORUG'LIK TA'SIRI

O.A. Kamolova

O.A. Kamolova

*Buxoro davlat universiteti magistranti*

[o.a.kamolova@buxdu.uz](mailto:o.a.kamolova@buxdu.uz)

**Anatatsiya:** Ushbu maqola yarimo'tkazgichlimaydon tranzistoriga yorug'lik ta'siri o'rganilgan. Maydon tranzistorining yorug'likka ta'sirini o'lchashda o'lchov parametri sifatida yuqori omli voltmotr bilan darajalangan yopilish kuchlanishi olingan.

**Kalit so'zlar:** tok, kanal qalinli, konsentratsiya, zatvor, maydoniy tranzistor, yopilish kuchlanishi, qisqa tutashuvli fototok, kuchlanishining spektral sezgirligi, Darlington sxemasi.

Maydon tranzistorining yorug'likka ta'sirini o'lchashda o'lchov parametri sifatida yuqori omli voltmotr bilan darajalangan yopilish kuchlanishi olinadi. Masalan, berilgan yopilish kuchlanishida  $U_{ots}^1$  ning birlamchi qiymatiga mos bo'lib, harorat (yoritilganlik, bosim) o'zgarganida kanalning yopilish kuchlanishi  $U_{ots}^2$  qiymatga ega bo'ladi. Ta'sir etayotgan omil yopilish kuchlanishining farqlari nisbati maydon tranzistorining sezgirligini ifodalaydi.

Maydoniy tranzistorga tashqi ta'sir yorug'lik ta'sir ettirilsa uning sezgirlik koeffitsiyentlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$S^F = \frac{U_{yopi}^2 - U_{yopi}^1}{F_2 - F_1}, \quad \text{mV/luks}; \quad (1)$$

Ma'lumki kremniyli  $p-n$ -o'tishli va  $p$ -tip kanalli KP102 turidagi maydon tranzistorlari  $I_{CH} = 0.18 \div 6$  mA ga teng bo'lgan to'yinish toklariga va  $S = 0.25 \div 0.7$  mA/V qiymatli qiyalikka ega bo'lishi tajribalarda ko'rsatib berilgan. Kirish toki 20 mA bo'lganda yopilish kuchlanishi  $2.8 \div 10$  V, kirish-chiqishning ishchi kuchlanishi 15 V gacha qiymatni tashkil etadi. Ya'ni, kanal qalinligining optimallashtirilmaganligi, yorug'lik signallarini qabul qilish uchun moslashtirilmaganligi hisobiga yopilish kuchlanishining yuqori (2.8 V dan yuqori) qiymatlariga ega bo'ladi. Chiqish dinamik qarshiligining nisbatan past qiymati, kanaldagi kirishmalarning musbat gradiyenti hisobiga legirlovchi kirishmani diffuziyalash bilan olinganligi va kanalning yopilish



kuchlanishi, epitaksial strukturalardagiga nisbatan 20÷30% ortiq bo'lib, parametrlar farqlanishi texnologik sharoitlar bilan bog'liq.

Tranzistorli strukturaga bosimga, magnit maydoniga, radiatsiya, yorug'lik va issiqlik nurlanishlariga nisbatan yuqori sezgirlik berish uchun *p-n*-o'tishli maydon tranzistori taklif qilingan. Bu maydon tranzistori o'z ichiga: ostki zatvor elektrodi bo'lgan birinchi turdagi past qarshilikli taglikni, sirtida kirish va chiqish sohalarining omik kontaktlari olingan va ular orasida kanal joylashgan, yuqori qarshilikli ikkinchi turdagi epitaksial qatlamni o'z ichiga olgan. Kanal qalinligi *p+n*-o'tish siyraklashgan hajmiy zaryad qalinligiga yaqin qilib tanlanadi.

Kanal qalinligini berilgan kanal tok tashuvchilari konsentratsiyasiga va zatvorning *p<sup>+</sup>-n*-o'tishi siyraklashgan hajmiy zaryadi qalinligi bilan taklif qilinayotgan o'zaro bog'liqligidan kelib chiqqan holda tanlash, kanal-ning optimal qalinligi qiymatini va uning issiqlik, yorug'lik nurlanishi bilan modulatsiya qilinadigan va qalinligi bilan taqqoslanadigan kamba-g'allashmagan qismining optimal qiymatini beradi va kanal tashuvchilari-ning tanlangan konsentratsiyasi uchun maksimal sezgirlikni ta'minlaydi.

O'rganilgan ko'p funktsiyali qayd qilgich kremniy asosida tayyorlangan. Buning uchun *p<sup>+</sup>*-turdagi o'tkazuvchanlikli 200 mkm qalinlikdagi taglikda tashuvchilar konsentratsiyasi  $1 \cdot 10^{19} \text{sm}^{-3}$  bo'lgan kremniyli taglikda *n*-tip o'tkazuvchanlikli, tashuvchilar konsentratsiyasi  $2 \cdot 10^{15} \text{cm}^{-3}$ , qalinligi 1÷1.5 mkm bo'lgan epitaksial qatlam o'stirilgan. Tekshirilayotgan maydon tranzistorining asosiy parametrlari deb quyidagilar hisoblanadi: kanal (stok) ning dinamik qarshiligi, yopilish rejimidagi stok toki, yopilish kuchlanishi, teshilish kuchlanishi. Maydon tranzistorining statistik xarakteristikalarini tadqiq etish umumiy istok sxemasida amalga oshirildi. Ishchi kuchlanish stok va istok orasiga, yopilish kuchlanishi esa istok-zatvor o'tishiga qo'yiladi. Yopilish kuchlanishining ortishi orqali chiqish stok toki to'yinish rejimiga erishadi. 1-rasmda keltirilganidek, tok va istok orasida kuchlanishni qo'yishda stok toki oshib, to'yinganlik xarakteriga ega bo'ladi.

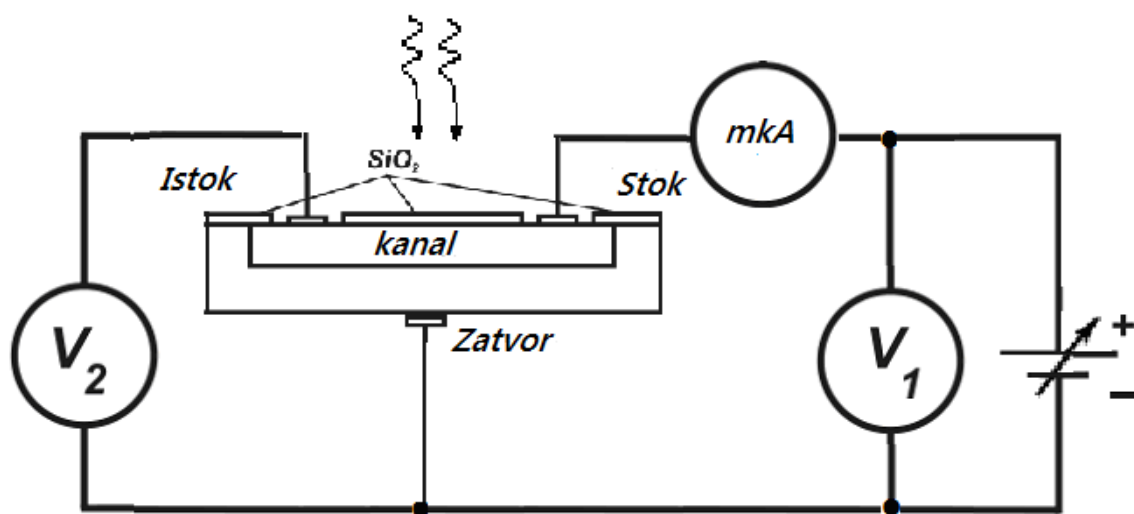
Zatvorda nol siljishda stok toki maksimal qiymatga ega bo'ladi va zatvorning yopilish kuchlanishining oshishi bilan kanal hajmiy zaryad bilan qoplanib, kanalning qoplanmagan qismini kichraytiradi. Yopilish kuchlanganligida stok toki minimal bo'lib qoladi.

Maydoniy tranzistorlarining kanali hajmli zaryad sohasi yoritilganda, zatvor-kanal o'tishida elektron-kovakli juftlik generatsiyalanib, istok-zatvor o'tishida fototok hosil qiladi va bu o'tishning qarshiligini kamaytiradi bu quyidagi formula orqali aniqlanadi:



$$R_{3u}^{p-n} = U_{\text{enu}} / (I^T + I^\Phi) \quad (2)$$

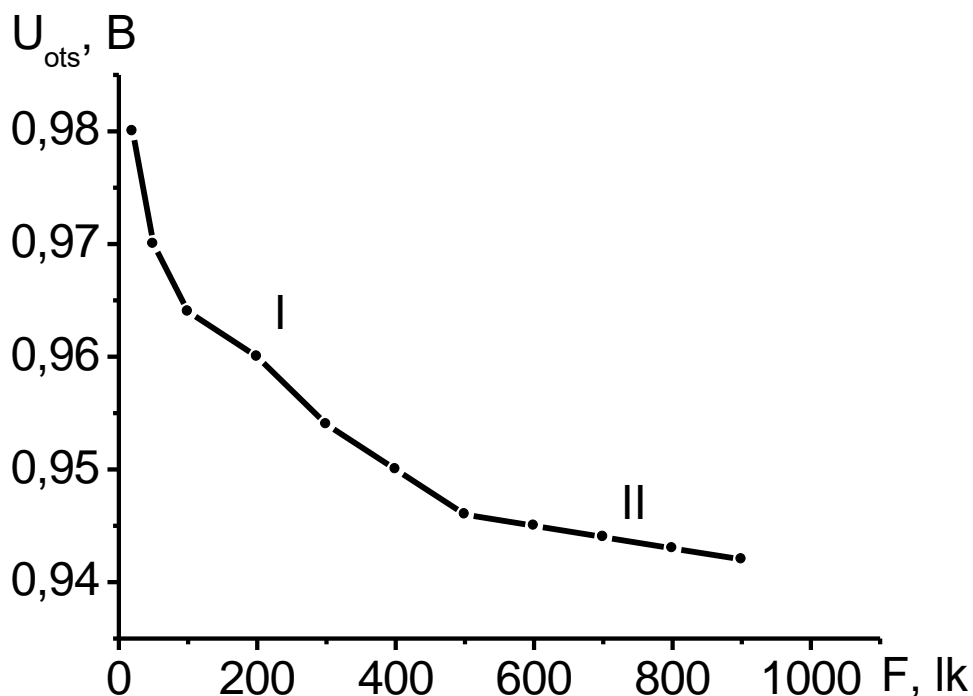
bu esa o'z navbatida kuchlanishning pasayishiga olib keladi va stok-zatvor tokining oshishini (kanalning o'tkazish qismi qalinligining oshishi hisobiga) ta'minlaydi. Bu yerda ikkita parametr hosil bo'ladi: yopilish kuchlanishi va stok-zatvor o'tishidagi fototok (1-rasm).



**1-rasm. Maydon tranzistorining kanali hajmli zaryad sohasi yoritilish sxemasi.**

Mazkur sxema (1-rasm) asosida ulangan maydon tranzistoriga yorug'lik nuri ta'sir ettirilganda stok-zatvor kuchlanishi bilan kanalning yopilish rejimida tadqiq etilgan maydon tranzistorining yorug'lik nurlanishiga sezgirliги natijalariga o'tsak, bunda kuchlanishning pasayishi, ya'ni yoritilganlikning intensivligi oshishi (500 lk gacha) bilan uning kattaligi chiziqli ravishda ma'lum koeffitsiyentli (2-rasm, I soha) pasayadi, so'ngra kuchlanishning pasayishi sekinlashadi va bu koeffitsiyentning qiymati yarim darajaga kamayadi (2-rasm, II soha).

Yopilish kuchlanishining bunday o'zini to'tishini yorug'lik nurlanishining o'rniga ta'sir etayotgan yorug'likning issiqlik xarakteri bilan tushuntirish mumkin. Ya'ni, yoritilganlikning kichik intensivliklarida strukturaning qizishi salmoqli emas, ammo keyinroq strukturaning harorati oshib, yopilish kuchlanishining pasayish jarayoni sekinlashadi va haroratning ta'siri oshadi. Bundan yopilish kuchlanishi oshishi kerak (2-rasm), bu esa yuqori intensivlikda (600 lk) kuzatiladi.



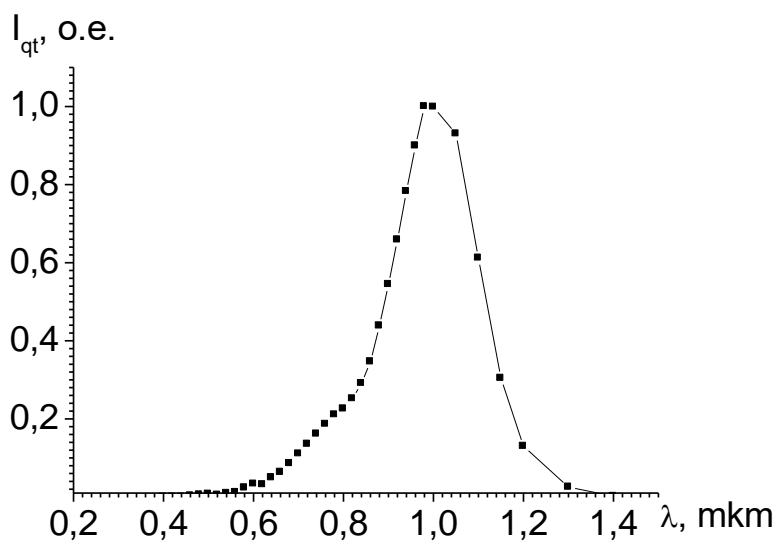
**2-rasm. Stok-zatvor kuchlanishi bilan kanalning yopilish rejimida zatvor-istok o'tishi kuchlanishining pasayishiga yoritilganlikning bog'liqligi**

**I-0.000048 mV/lk = 0.048 mkV/lk, U<sub>ots</sub>=0.97 V;**

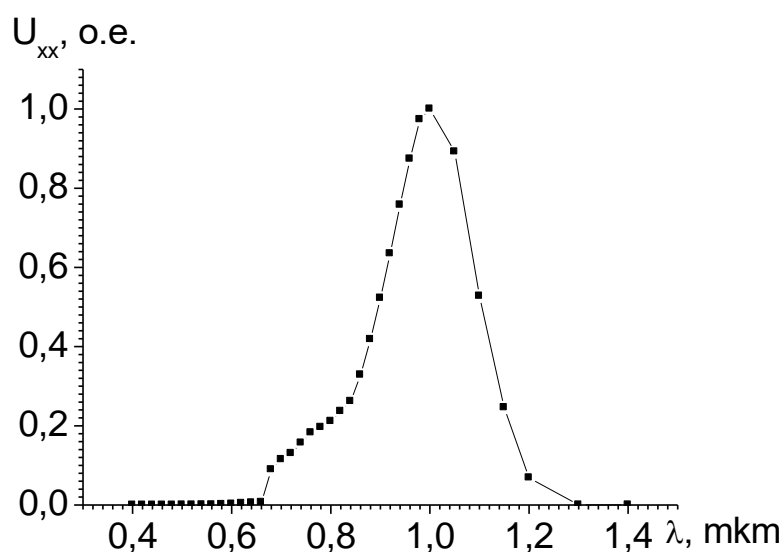
**II-0.00001 mV/lk = 0.01 mkV/lk, U<sub>ots</sub>=0.98 V**

Maydon tranzistorlarida qisqa tutashuvli fototokining o'zgarishi va ochiq tutashuv kuchlanishining spektral sezgiriligining monoxromatik nurlanish to'lqin uzunligiga bog'liqligi 0,65 mkm dan boshlab ortib borib, 1,0 mkm gacha maksimal darajaga etadi va keyin 1,2 mkm da minimal darajaga tushishi tajribada aniqlandi (3-rasm).





a)



b)

### 3-rasm. Maydon tranzistoriga yorug'lik nurining ta'siri.

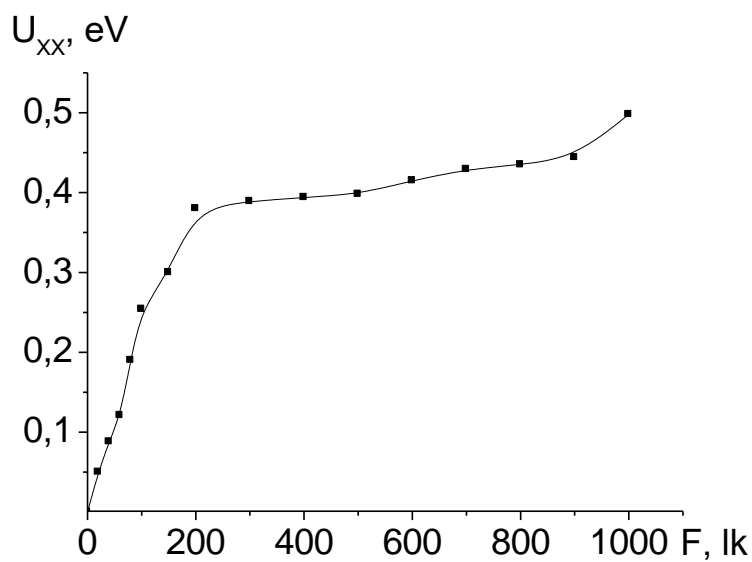
a) qisqa tutashuv fototokining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi, b) xalastoy xod kuchlanishining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligi

O'rganilayotgan maydon tranzistor, fotovoltaiik qabul qiluvchi sifatida diod bilan ulanganda, qisqa tutashuv oqimi va 200 lyuksgacha yorug'lik intensivligida ochiq tutashuv kuchlanishining chiziqli bog'liqligi bo'limlariga ega, bu esa undan keng ko'lamda foydalanish imkonini beradi. Optik signallarning fotovoltaiik qabul





qiluvchisi. 500 lyuks dan yuqori yorug'lik darajasida, qisqa tutashuv tokining keskin ortib ketishi va qisqa tutashuv kuchlanishining oshishi aniqlandi, bu o'ziga xos xususiyatlar yorug'lik intensivligiga qarab yupqa plyonkali epitaksial kanalda fototashuvchilarning paydo bo'lishiga olib keladi (4-rasm).



#### 4-rasm. Salt yurish kuchlanishining yoritilganlik intensivligiga bog'liqligi

Maydon tranzistoriga yorug'lik ta'sirini o'rganish uchun diod rejimida ulangan maydon tranzistorining kirishiga ikkita tejamkorlik kuchi 30 V bo'lgan bipolyar tranzistorlar Darlington sxemasiga binoan ulanadi va maydon tranzistoriga yorug'lik ta'sir ettirilganda chiqish kuchlanishining o'zgarishi kuzatiladi. Maydon fototranzistorining foto qabul qilish xossalarini tadqiq qilish uchun ulanish rejimida kirish kaskadli maydon tranzistoriga va manba kuchlanishi 3.0 V bo'lgan, Darlington sxemasi bo'yicha birlashtirilgan ikkita bipolyar tranzistorlarga asoslangan tejamkor kuchaytirgich yig'ildi. Maydon tranzistori integral yorug'lik bilan qo'zg'atilib optik signal 9 lk dan 150 lk ga qadar oshirilganda, kuchaytirish koeffitsiyenti kamayadi. Kirish kaskadida maydon fototranzistorni qo'llash hisobiga kuchsiz yorug'lik signaliga sezgirlik oshishi ta'minlanadi.



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov A. V. et al. Tenso properties of field-effect transistors in channel cutoff mode //International Journal of Engineering Inventions e-ISSN. – 2016. – С. 2278-7461.
2. Karimov A. V. et al. Nekotorye osobennosti ogranichitelya toka na polevom tranzistore //Tehnologiya i konstruirovaniye v elektronnoy apparature. – 2011. – №. 1-2. – С. 90.
3. Каримов А. В. и др. Некоторые особенности ограничителя тока на полевом транзисторе //Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2011.
4. Djuraev D. R. et al. The principles of increasing the sensitivity of transistor structures to external influences //Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. – 2019. – Т. 1. – №. 1. – С. 2.
5. A Turayev - E3S Web of Conferences, 2023// [Sensitivity to pressure and light of a depletion-mode field-effect transistor](#).
6. Karimov A. V. et al. Distinctive features of the temperature sensitivity of a transistor structure in a bipolar mode of measurement //Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2016. – Т. 89. – №. 2. – С. 514-517.
7. Abdulkhaev O. A. et al. Features of the temperature properties of a field-effect transistor in a current-limiting mode //Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2013. – Т. 86. – №. 1. – С. 248-254.
8. Dzhuraev D. R., Turaev A. A. Features of key parameters of field transistors //Scientific reports of Bukhara State University. – 2020. – Т. 3. – №. 2. – С. 7-10.
9. Atoyevich T. A. et al. DIOD REJIMIDA ULANGAN MAYDON TRANZISTORIGA YORUG'LIK TA'SIRINI O'RGANISH //Results of National Scientific Research. – 2022. – Т. 1. – №. 2. – С. 106-110.
10. Тураев А. А., Ахтамов Б. Р. Основные критерии параметров полевого транзистора для многофункционального датчика //Наука без границ. – 2017. – №. 6 (11). – С. 99-103.
11. Джураев Д. Р., Тураев А. А., Ниязов Л. Н. О стоковых характеристиках полевого транзистора в качестве ограничителя тока и приемника оптического сигнала //Современные тенденции развития науки и производства. – 2014. – С. 135-135.



12. Rahmatov A. Z. et al. Features of the performance of a transient voltage suppressor in the pulsed mode //Semiconductors. – 2013. – Т. 47. – №. 3. – С. 387-391.

13. Djuraev D. R., Turaev A. A. Photoelectric sensitivity of multifunctional sensor on the outdoor transistor //Scientific reports of Bukhara State University. – 2018. – Т. 1. – №. 2. – С. 7-11.

14. Тураев А. А., Ниязов Л. Н. ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ОТСЕЧКИ КАНАЛА ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ //СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ. – 2013. – С. 225-226.

15. Абдулхаев О. А. и др. Особенности температурных свойств полевого транзистора в режиме ограничения токов //Инженерно-физический журнал. – 2013. – Т. 86. – №. 1. – С. 232-237.

16. Тураев А. А. Особенности температурной чувствительности транзисторной структуры в двухполюсном режиме //Colloquium-journal. – Голопристанський міськрайонний центр зайнятості, 2019. – №. 3-1 (27). – С. 71-74.

17. Abdulkhayev O. A. et al. Physico-technological aspects multifunctional sensor on field-effect transistor //New Trends of Development Fundamental and Applied Physics: Problems, Achievements and Prospects. – 2016. – С. 10-11.

18. Turaev A. A., KS S. Dinamik yuklamali sxemada maydoniy tranzistorning kuchaytirish xossalari //Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti. – 2016. – Т. 4. – №. 64. – С. 31-35.

19. Rakhmanovich D. D. et al. Physical and Technological Aspects of the Sensor on the Field Transistor //Central Asian journal of theoretical & applied sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 10. – С. 101-106.

20. Ahmedjonovna S. S., Ataevich T. A. Control of stock current in field-effect transistors by gate voltage //ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 417-421.

21. Karimov A. V. et al. Features amplifying properties of a field effect transistor in the circuit with dynamic load //Physical Surface Engineering. – 2015. – Т. 13. – №. 1. – С. 12-16.

22. Rakhmatov A. Z. et al. Research the drain characteristics of field-effect transistor as current limiter. – 2010.

23. Тураев А. А. Термочувствительный параметр полевого транзистора в режиме ограничения токов //Научный альманах. – 2019. – №. 2-2. – С. 81-84.





- 24.** Karimov A. V., Djuraev D. R., Turaev A. A. Investigation temperature sensitivity of the field-effect transistor in channel depletion mode //Journal of Scientific and Engineering Research. – 2017. – Т. 4. – №. 2. – С. 1-4.
- 25.** Karimov A. V., Djurayev D. R., Turaev A. A. Physical-technological aspects of a multifunctional sensor based on a field-effect transistor. World Journal of Engineering Research and //Technology. – 2017. – Т. 3. – №. 2. – С. 57.
- 26.** Тураев А. А., Жураев А. Р. Модуль приема оптических сигналов с входным каскадом на полевом фототранзисторе : дис. – Сумский государственный университет, 2016.
- 27.** Каримов А. В. и др. Особенности температурной чувствительности транзисторной структуры в двухполюсном режиме измерения //Инженерно-физический журнал. – 2016. – Т. 89. – №. 2. – С. 497-500.
- 28.** Abdulkhaev O. A. et al. The optical signal transfer and reception modules via atmosphere. – 2011.
- 29.** Juraev D. R., Nazarova M., Turaev A. The atmospheric optical communication link of new generation. – 2010.
- 30.** Тураев А. А. Стоковая, вольтамперные характеристики полевого транзистора //Информационные и инновационные технологии в науке и образовании. – 2020. – С. 666-669.
- 31.** Тураев, А. А. "Стоквая, вольтамперные характеристики полевого транзистора." *Информационные и инновационные технологии в науке и образовании.* 2020.

