

MUHAMMAD AL-XORAZMIY
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI
FERGANA BRANCH OF TUIT
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

“AL-FARG‘ONiy AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

TA'LIMDAGI
ILMIY, OMMABOP
VA ILMIY TADQIQOT
ISHLARI



3-SON 1(3)
2023-YIL

TATU, FARG'ONA
O'ZBEKISTON



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
FARG'ONA FILIALI



Muassis: Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

Chop etish tili: O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

Учредитель: Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

Язык издания: узбекский, английский, русский. Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

Founder: Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

Language of publication: Uzbek, English, Russian. The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2023 yil, Tom 1, №3
Vol.1, Iss.3, 2023 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniylar avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fergani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Tahririyat manzili:

151100, Farg'ona sh., Aeroport ko'chasi 17-uy, 201A-xona

Tel: (+99899) 998-01-42

e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2023 YIL

TAHRIR HAY'ATI

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Muxtarov Farrux Muhammadovich,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

Arjannikov Andrey Vasilevich,
Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

Satibayev Abdugani Djunosovich,
Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Rasulov Akbarali Maxamatovich,
Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,
TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,
Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abdujabbor,
Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbasjon Hakimovich,
O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

Ergashev Sirojiddin Fayazovich,
Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

Qoraboyev Muhammadjon Qoraboevich,
Toshkent tibbiyot akademiyasi Farg'ona filiali fizika matematika fanlari doktori, professor, BMT ning maslaxatchisi maqomidagi xalqaro axborotlashtirish akademiyasi akademigi

Naymanboyev Raxmonali,
TATU FF Telekommunikatsiya kafedrasida faxriy dotsenti

Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,
TATU FF Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,
TATU FF «Dasturiy injiniringi» kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Saliyev Nabijon,
O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona

filiali dotsenti

G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,
TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

G'aniyev Abduxalil Abdujalilovich,
TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

Zayniddinov Hakimjon Nasritdinovich,
TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellect kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

Abdullaev Temurbek Marufovich,
TATU Farg'ona filiali direktorining o'quv ishlari bo'yicha o'rinbosari, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,
Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy pedagogik kadrlarni tayyorlash bo'limi boshlig'i, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Otakulov Oybek Hamdamovich,
fakultet dekani, texnika fanlar nomzodi, dotsent

Daliyev Baxtiyor Sirojiddinovich,
fakultet dekani, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Teshaboev Muhiddin Ma'rufovich,
Ta'lim sifatini nazorat qilish bo'limi boshlig'i, falsafa fanlari bo'yicha falsafa doktori

Bilolov Inomjon O'ktamovich,
pedagogika fanlar nomzodi

Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich,
kafedra mudiri, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Kochkorova Gulnora Dexkanbaevna,
kafedra mudiri, falsafa fanlari nomzodi

Kadirov Abdumalik Matkarimovich,
falsafa fanlar bo'yicha falsafa doktori

Nurdinova Raziya Abdixalikovna,
kafedra mudiri, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

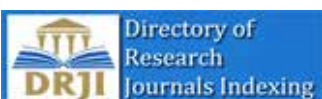
Obidova Gulmira Kuziboyevna,
kafedra mudiri, falsafa fanlari doktori

Rayimjonova Odina Sodiqovna,
kafedra mudiri, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Sabirov Salim Satiyevich,
Kafedra mudiri, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

To'xtasinov Dadaxon Farxodovich,
Kafedra mudiri, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

F.Muxtarov, XAVF-XATARLARNI KELITIRIB CHIQARUVCHI OMILLAR, XAVF-XATARLARNI ANIQLASH USULLARI, MUAMMO VA YECHIM	5-9
Б.З.Полвонов, А.Ш.Уринбоев, СПЕЦИФИКА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОЛЯРИТОНОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ	10-17
Р.М.Зулунов, Б.Н.Солиев, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PYTHON ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	18-24
D.X.Tojimatov, CISCO PACKET TRACER YORDAMIDA HUSUSIY KORXONALAR UCHUN MAXSUS HIMOYALANGAN TARMOQ KANALI ISHINI LOYIHALASH	25-32
А.Ж.Махмудова, Ш.М.Тошпулатов, Ф.М.Тошпулатова, МАТРИЧНЫЙ ФОТОПРИЁМНИК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛЕЙКОЗА	33-37
B.M.Polvonova, SO'Z QO'SHILMALARIDA VARIANTLILIK	38-41
I.I.Bakhoviddinov, SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY: BALANCING GROWTH AND ENVIRONMENTAL CONCERNS	42-50
S.I.Abdurakhmonov, Sh.M.Ibragimov, USING VISUAL LEARNING ENVIRONMENTS IN TEACHING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING	51-55

XAVF-XATARLARNI KELITIRIB CHIQUYUVCHI OMILLAR, XAVF-XATARLARNI ANIQLASH USULLARI, MUAMMO VA YECHIM

Muxtarov Farrux Muhammadovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

TATU Farg'ona filiali dotsenti

Annotatsiya: Ushbu maqolada xavf-xatarlarni keltirib chiqaruvchi omillar nazariy jihatdan olib borilgan ilmiy hulosalarga ko'ra o'rganib chiqilgan. Xavflarni turlariga qarab xavf-xatarlarni aniqlash usullari bayon etilgan. Umumiy xavf-xatarlarni tahlil qilgan holda ularni oldini olish va oqibatlarini yumshatish borasida xavf-xatarlarni baholagan holda bir necha yechimlar taqdim etilgan.

Kalit so'zlar: risk, tahdid, zaiflik, autentifikatsiya, shifrlash, deshifrlash, kiber-hujum, aktiv, dasturiy ta'minot, sun'iy tahdid, tabiiy tahdid, geofizik hodisalar, geologik hodisalar.

Kirish. Har qanday tizim yoki maxsus kanallarda xavf-xatarlarni aktiv, zaiflik va tahdid keltirib chiqaradi. Aktiv tarmoq va unda o'tadigan ma'lumotlar va ularni qiymatini belgilovchi qimmatliklardir. Biror ma'lumotni hinoyalash uchun albatta ular qandaydir qiymatga ega bo'lishi kerak. Zaiflik maxsus kanaldagi nuqson yoki kamchilik deb tushunilsa, tahdid esa aynan shu zaiflikdan foydalanib amalga oshishi mumkin bo'lgan zararli hodisa hisoblanadi. Hech qanday texnologiya, tizim yoki alohida dasturlar yoki biror qiymatga ega bo'lgan ma'lumotlar bir so'z bilan aytganda aktivlar zaiflikdan holi bo'lmaydi. Shunday ekan doimo tahdidlar ham mavjud bo'ladi. Bu uch narsa ya'ni aktiv, zaiflik, tahdid xavf-xatarlarni kelib chiqishini asosiy, tarkibiy qismi hisoblanadi. Mavjud zaifliklarni bartaraf etmasdan va tahdidlarga aniqlab, ularga qarshi kurashmasdan turib xavf-xatarlarni oldini olish mumkin emas. Quyida mavjud zaifliklar, tahdid turlari va uni aniqlash usullari bilan tanishamiz.

Zaiflik bu tajovuzkorlar tomonidan ishlatilishi mumkin bo'lgan axborot aktivi yoki boshqarish vositalarining zaif tomonlari. Boshqacha qilib aytganda, biz axborot xavfsizligiga potentsial salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan axborot vositasi yoki tizimini yaratish/konfiguratsiya/foydalanishdagi kamchiliklar yoki xatolar haqida bormoqda.

Shuni ta'kidlash kerakki, axborot xavfsizligi zaifligi o'z-o'zidan xavfli emas. Ular faqat axborot xavfsizligiga tahdidlarni amalga oshirish imkoniyatlarini ochib beradi. Zaifliklarning eng keng tarqalgan sabablari, qoida tariqasida, quyidagilarni o'z

ichiga oladi: dasturiy ta'minotni loyihalash va ishlatishdagi xatolar; dasturiy ta'minotni ruxsatsiz joriy etish va undan keyin foydalanish; zararli dasturlarni joriy etish; inson omili.

Axborot xavfsizligi zaifliklarining juda ko'p tasniflari mavjud. Masalan, ular obyektiv (dasturiy ta'minotning texnik xususiyatlarining o'ziga xos xususiyatlaridan kelib chiqqan holda), sub'ektiv (dasturiy ta'minotni ishlab chiquvchilar va foydalanuvchilarning, tizim ma'murlarining harakatlari tufayli) va tasodifiy (kutilmagan holatlar tufayli) bo'linadi. Boshqa tasniflash zaifliklarning quyidagi turlarini belgilaydi: texnologik yoki arxitektura, zarur axborot xavfsizligi texnologiyalari mavjud bo'lmaganda ifodalangan; tashkiliy, axborot xavfsizligini ta'minlashning o'rnatilgan va tartibga solinadigan tartiblari yo'qligida ifodalangan; operatsion, tashkilotning axborot tuzilmasi kamchiliklari bilan bog'liq.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Ushbu maqolani yozishda bir qancha mavzuga oid adabiyotlar, ilmiy maqolalar o'rganib chiqilgan. Ularni orasida axborot tizimlariga tahdidlarni tadqiq qilishda F.Muxtarov, A.Umarov, A.Ro'zaliyevlarning "Axborot tizimlarida xavfsizlik tahdidlarining tasnifi"[1] va D.Tojimatov, J.Mirzayevlarning "Use of Artificial Intelligence Opportunities for Early Detection of Threats to Information Systems"[2] maqolalari, xavf-xatarlarni aniqlash, baholash va boshqarishni tashkil qilishda F.Muxtarovning "Axborot xavfsizligi xavflarini tahlil qilish uchun ierarxik aktivlarni baholash usuli"[3] maqolasi tarmoq

xatoliklari haqida ma'lumot olishda Kamolovich B. E. "Tarmoqlarda uzatiladigan ma'lumotlarni xatoliklarini bartaraf etish usullari"[4] maqolasi o'rganilib, ulardan iqtiboslar keltirilgan.

Natijalar. Tahdid tushunchasi. Ma'lumki tahdidlar tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Axborot xavfsizligi sohasida tahdidlarni o'rganish juda muhim hisoblanib, maxsus kanallarga bo'ladigan ehtimoliy xavf-xatarlarni bartaraf etish aynan tahdidni aniqlash va uni darajasini to'g'ri baholagan holda ta'sirini kamaytirishga bog'liq.

Tabiiy tahdid tabiat hodisalari tufayli vujudga kelishi ehtimolligi yuqori bo'lgan favqulotda vaziyatni keltirib chiqaradigan jarayon hisoblanadi. Tabiiy xavf manbalari (tashuvchilari) litosfera, gidrosfera, atmosfera va kosmosning turli xil noqulay tabiiy jarayonlar sodir bo'ladigan va xavfli tabiat hodisalarining yuzaga kelishi mumkin bo'lgan qismlaridir.

Tabiiy favqulodda vaziyatlarning manbalari bo'lgan xavfli tabiat hodisalarini quyidagilarga bo'lish mumkin:

- xavfli geofizik hodisalar (zilzilalar, vulqon otilishi);

- xavfli geologik hodisalar (ko'chkilar, eroziya, qiyaliklarning yuvilishi, qurumlar);

- xavfli gidrometeorologik hodisalar, shu jumladan meteorologik (bo'ronlar, dovullar, tornadolar, juda kuchli qor, jala, yomg'ir, tumanlar, qattiq sovuq, issiqlik), agrometeorologik (ayozlar, quruq shamollar, tuproq va atmosfera qurg'oqchiligi), gidrologik (suv toshqini, muzliklar, tirbandliklar, sellar), dengiz gidrologik va geliogeofizik xavflar (kuchli magnit bo'ronlar, qisqa to'liqlik aloqaning uzilishi bilan ionosferada kuchli buzilish radiatsiyaviy vaziyat) va asteroid-kometa xavfi;

- tabiiy yong'inlar.

Odatda tabiiy tahdidlar kiber tahdid hisoblanmaydi ammo favqulotda vaziyat sodir bo'lganda uning korxona-tashkilotlarning axborot tizimlari uchun keltiradigan zarari kiber hujumnikidan ancha yuqori bo'lishi mumkin.

Tabiiy tahdidlar axborot tizimlariga tog'ridan-to'g'ri tasiri kam hisoblanib, asosan tizim o'rnatilgan qurilmalarni vayron qilish orqali zarar keltiradi. Shu

sababli xavfsizlik tizimlarini ishlab chiqishda tabiiy tahdidlarni aniqlash va favqulotda vaziyatni oldini olishga qaratilgan chora tadbirlar ko'rilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Sun'iy tahdidlar bevosita shaxsga bog'liq bo'lib, tasodifiy yoki qasddan uyushtirilgan tahdidlar turlariga bo'linadi.

Tasodifiy tahdidlar ehtiyotsizlik, beparvolik, bilimsizlik, sinalmagan hodimni ishga qabul qilish, texnik va dasturiy tizimlardagi xatolik tufayli vujudga keladi. Bunday tahdidlar maqsadsiz hisoblanib korxona-tashkilot uchun keltiradigan zararini oldindan aniqlash qiyin hisoblanadi.

Qasddan uyushtirilgan tahdidlar aniq maqsadga qaratilgan bo'lib, ichki va tashqi tahdid turlariga bo'linadi. Ichki tahdidlarga asosan yollanma josuslar, qasd olish maqsadidagi hodim havflari kiradi. Tashqi tahdidlarga esa ehtimoliy kiber hujumlar va kompyuter viruslari havfi kiradi. Qasddan uyushtirilgan tahdidlar korxona-tashkilot axborot tizimlarini yo'q qilish, barqaror ishlashini izdan chiqarish, ma'lumotlarni o'g'irlash, nusxa ko'chirish, o'zgartirish kabi maqsadlarga qaratilgan bo'ladi.

Tahdidlarni ta'sirini kamaytirish usullari. Har qanday qimmatli aktivga ega korxona tashkilotlar axborot tizimlarini potensial tahdidlardan himoyalashda turli fizik va apparat-dasturiy vositalardan foydalangan holda xavfsizlik usullaridan foydalanishadi. Fizik himoya usullari va vositalariga misol tariqasida qo'riqlanadigan (sim to'siq, balan beton devor) hudud, bardoshli obekt (bino), qo'riqlash hizmati (qorovul, xavfsizlik hodimi), kuzatuv kameralari, signalizatsiya vositalari, axborot tizimi uchun alohida ajratilgan himoyalangan xona, eshik qulflari, o't o'chirish vositalari, vintelatsiya vositalari, isitish yoki sovitish tizimlari kiradi. Apparat-dasturiy vositalar bevosita axborot tizimlari va u o'rnatilgan kompyuterlarga bog'lanadi. Bularga tarmoqlararo ekran vositalari, tarmoq marshrutizatorlari, komutatorlar, antivirus dasturlari, tarmoq analizatorlari, ddos hujumlariga qarshi vositalar va axborot tizimida foydalaniladigan kriptografik usullar, autentifikatsiya usullari, rollarga asoslangan usullarni misol sifatida keltirishimiz mumkin.

Axborotni tizimlarini himoyalashga qaratilgan barcha mavjud usullar hozirda bardoshli hisoblansada, ular tahdidlar avvaldan mavjud bo'lgan hollarda yoki

tahdid yuzaga kelganda uni aniqlash imkoniyatiga ega. Qolaversaga bunday vositalarni boshqarish inson omiliga bog'liq bo'lib qolmoqda. Bu esa axborot tizimlariga qaratilgan tahdid turlarini ajratib olish va himoya uchun usullarini tanlashda qaror qabul qilish vaqt yo'qotilishiga olib keladi. Bazida to'g'ri himoya tizimlari tahdid ro'y bergandan keyin o'rnatiladi. Bungacha esa tahdidlar axborot tizimlariga zarar yetkazgan bo'ladi. Hozirda hackerlar ko'plab hujumlarda sun'iy intellektni keng qo'llab kelmoqdalar. Bu mavjud tizimlarni bardoshlilik darajasini zaif holga keltirmoqda. Mashinani o'qitish tizimlari orqali neyron tarmoqlar himoya tizimlarini mukammal o'rganadi va ularni zaif tamonlarini ochib beradi. Ayrim hollarda sohta tahdid yaratib himoya tizimlarini chalg'itishga harakat qiladi.

Tahdidlarni erta aniqlash bizga tahdid turini hususiyatlarini o'rganish, u keltirib chiqaradigan oqibatini baxolash va unga qarshi zaruriy choralarini ko'rish imkoniyatini taqdim etadi. Lekin axborot tizimiga bo'ladigan kiber tahdidlar sodir bo'lishiga nisbatan ancha yuqori tezlikda amalga oshadi. Chunki kompyuterda axborot almashuv va hisoblash tezligi inson omilidan yuqori hisoblanadi. Shu sababdan sun'iy intellekt orqali tahdidlarni erta aniqlash tahdidlarni turini tez va to'g'ri baholashga va ularga qarshi himoya vositalarini to'g'ri tanlashga yordam berishi mumkin. Bu albatta sun'iy intellekt imkoniyatlaridan foydalangan holda alohida aqlliyl xavfsizlik tizimini ishlab chiqishni va bu tizimga korxona-tashkilotlarni axborot tizimlarini integratsiya qilishni talab qiladi.

Muhokama. Xavf-xatar kiberxavfsizlikka oid bo'lgan tushunchalardan biri hisoblanadi. Quyida risk tushunchasi va uni boshqarish bo'yicha batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Xavf-xatar kiberxavfsizlik lug'atida "RISK" deb yuritiladi.

Risk - belgilangan sharoitda tahdidning manbalarga bo'lishi mumkin bo'lgan zarar yetkazilishini kutish. Bundan tashqari, riskni quyidagicha tushunish mumkin:

- Risk - ichki yoki tashqi majburiyatlar natijasida tahdid yoki hodisalarni yuzaga kelishi, yo'qotilishi yoki boshqa salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan hodisa.

- Risk - manbaga zarar keltiradigan ichki yoki tashqi zaiflik tahdidi bo'lishi ehtimoli.

- Risk - hodisa sodir bo'lishi ehtimoli va ushbu hodisaning axborot texnologiyalari aktivlariga ta'siri.

Risk, tahdid, zaiflik va ta'sir tushunchalari o'rtasida o'zaro bog'lanish mavjud bo'lib, ularni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\text{RISK} = \text{Tahdid} \times \text{Zaiflik} \times \text{Ta'sir}$$

Boshqa tomondan, hodisaning axborot texnologiyalari aktiviga ta'siri - aktivdagi yoki manfaatdor tomonlar uchun aktivning qiymatidagi zaiflikning natijasi, ya'ni:

$$\text{RISK} = \text{Tahdid} \times \text{Zaiflik} \times \text{Aktiv qiymati}$$

Risk o'zida quyidagi ikkita omilni mujassamlashtiradi:

- zararli hodisaning yuzaga kelishi ehtimoli;

- va zararli hodisa oqibatlarining ehtimoli.

Risk ta'siri. Risk normal amalga oshirish jarayoniga va loyiha narxiga yoki kutilgan qiymatga ta'sir etadi. Risk ta'siri tashkilot, jarayon yoki tizimga zararli muhit sababli yuzaga keladi. Ta'sir riskning kuzatilishi ehtimoli jiddiyligini ko'rsatadi. Bizning holatda kanallar uzilishi holati jiddiy deb baholanadi.

Risk chastotasi. Riskni aniqlash va baholash nuqtai nazaridan risklarni tasniflashda ularning takrorlanish chastotasiga va ko'p sonliligiga asoslanadi. Chastota va ko'p sonlilik risklarni monitoringlashda muhim hususiyat hisoblanib, risklar ikki guruhga: minor risklar - e'tibor talab qilmaydigan va major risklar - alohida e'tibor va kuzatuv talab qiluvchilarga ajratiladi. Bu holatdabizning riskimiz minor risklar tavsifiga kiradi.

Risk darajasi. Risk darajasi tarmoqqa (yoki tizimga) natijaviy ta'siming bahosi bo'lib, quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

$$\text{Risk darajasi} = \text{natija} * \text{ehtimollik}$$

Risk darajalari 4 ta: ekstremal yuqori, yuqori, o'rta va past. Kanal uzulishlarini biz yuqori darajali risklar toifasiga kiritamiz.

Ekstremal yuqori yoki yuqori risk paydo bo'lishini va salbiy ta'sirini kamaytirish maxsus yo'naltirilgan qarshi choralarni talab etadi. Bu darajadagi risklar yuqori yoki o'rtacha ta'siming yuqori ehtimollikiga ega bo'ladi. Mazkur darajadagi risklar jiddiy xavfga sabab bo'ladi va shuning uchun, zudlik bilan aniqlash hamda qarshi chora ko'rish talab etiladi.

O'rta darajali risklar yuqori ehtimollikka ega past natijali hodisa yoki past ehtimollikka ega yuqori natijali hodisa bo'lishi mumkin. Alohida qaralganida, yuqori ehtimollikka ega past natijali hodisalar loyiha narxiga yoki kutilgan natijaga kam ta'sir qiladi. Past ehtimollikka ega yuqori natijali hodisalar doimiy monitoringni talab etadi. O'rta darajali risklarga zudlik bilan chora ko'rish talab etilmasada, himoyani dastlabki vaqtda o'rnatish talab etiladi.

Past darajali risklar odatda e'tibor bermasa bo'ladigan yoki keyingi baholashlarda e'tibor bersa bo'ladigan risklar toifasi bo'lib, ularni bartaraf etish qisqa muddatda amalga oshirilishni talab qilmaydi yoki ortiqcha sarf xarajatga sabab bo'lmaydi.

Risk matritsasi risklarni paydo bo'lish ehtimolini ularning natijasi va ta'siri orqali aniqlaydi hamda risk jiddiyligini va unga qarshi himoya chorasi sathini grafik taqdim etadi. Risk matritsasi riskning ortib boruvchi ko'rinishi uchun foydalaniluvchi sodda jarayon bo'lib, qarshi choralarni ko'rishda yordam beradi. Risk matritsasi risklarni turli darajalarda aniqlash va jiddiylilik nuqtai nazaridan guruhlash imkonini beradi (1-jadval).

Ehtimollik (ravshan)		Oqibat/ ta'sir					
			Muhim emas	Kam	O'rta	Ko'p	Jiddiy
81-100%	Ehtimollik (noravshan)	Juda yuqori	Past	O'rta	Yuqori	O'ta yuqori	O'ta yuqori
61-80%		Yuqori	Past	O'rta	Yuqori	Yuqori	O'ta yuqori
41-60%		Teng	Past	O'rta	O'rta	Yuqori	Yuqori
21-40%		Past	Past	Past	O'rta	O'rta	Yuqori
1-20%		Juda past	Past	Past	O'rta	O'rta	Yuqori

1-jadval. Risk matritsasi

Xulosa. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak xavf-xatarlarni keltirib chiqadigan omillarni ikkita kata guruhlariga bo'lib o'rganiladi. Birinchisi tabiiy tahdid omillari, ikkinchisi sun'iy tahdid omillari hisoblanadi. Tabiiy tahdid keltirib chiqaruvchi omillar bevosita tabiiy hodisalariga bog'liq hisoblanib, bu sohada o'rganish, tahlil qilish va bularga qarshi choralar ko'rish davlat nazoratidagi tashkilotlar va ilmiy markazlar zimmasiga yuklatiladi. Sun'iy xavf-xatarlarni keltirib chiqaruvchilar bevosita har bir korxona tashkilotlarni individual faoliyatidan kelib chiqadi. Bu omillarni aniqlash va ularga qarshi choralar ko'rish korxona va tashkilotlarni talabiga ko'ra axborot xavfsizligi sohasi mutaxassislarining tajribalaridan kelib chiqib amalga oshiriladi. Maqolada bayon qilinganidek xar-qanday xavf-xatarni keltirib chiqaruvchi omillar korxona va tashkilotning ish potentsiyaliga salbiy ta'sir o'tkazadi. Shu sababdan xavf-xatarlarni past, o'rta, yuqori darajalarini aniqlashda risklarni boshqarish va baholash usullaridan foydalanish xavf-xatarlar keltirib chiqaradigan zararni bo'lmasligi yoki oqibatni yengillashtirishni yagona yechimi sifatida qaraladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1]. F.Muxtorov, A.Umarov, A.Ro'zaliyev "AXBOROT TIZIMLARIDA XAVFSIZLIK TAHDIDLARINING TASNIFI", "Engineering problems and innovations" ilmiy jurnali
- [2]. Dostonbek T., Jamshid M. Use of Artificial Intelligence Opportunities for Early Detection of Threats to Information Systems //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2023. – T. 4. – №. 4. – C. 93-98.
- [3]. MIRZAYEV J. B., TOJIMATOV D. H. O. G. L. I. KIBERXAVFSIZLIKNI TA'MINLASH, KIBERHUJUMLARNI OLDINI OLIH BO'YICHA DAVLAT SIYOSATI YURITILISHI //ИНТЕРНАУКА Учредители: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука". – C. 36-37.
- [4]. Muxtorov F. M. et al. AXBOROT XAVFSIZLIGI XAVFLARINI TAHLIL QILISH

UCHUN IERARXIK AKTIVLARNI BAHOLASH
USULI //INTERNATIONAL CONFERENCES. –
2022. – T. 1. – №. 4. – C. 76-80.

[5]. Kamolovich B. E. TARMOQLARDA
UZATILADIGAN MA'LUMOTLARNI
XATOLIKLARINI BARTARAF ETISH USULLARI
//Scientific Impulse. – 2022. – T. 1. – №. 4. – C. 1637-
1640.

[6]. Tojimatov D. X. Kiberxavfsizlik: tahdilar,
muammolar, yechimlar,“ //Axborot-kommunikatsiya
texnologiyalari va telekommunikatsiyalari sohasida
zamonaviy muammolar va yechimlar” Respublika
Ilmiy-texnik anjumani TATU Farg ‘ona filiali. – 2022.

[7]. Tojimatov D. u KIBER TAHDIDLARNI
BASHORAT QILISH VA XAVF-XATARLARDAN
HIMOYALANISHDA SUN'IY INTELEKT
IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH: DX
Tojimatov. Katta o ‘qituvchi, TATU Farg‘ona filiali
//Потомки Аль-Фаргани. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C.
41-44.

СПЕЦИФИКА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОЛЯРИТОНОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ

Полвонов Бахтиёр Зайлобидинович,

доктор философии по физико-математическим наукам (PhD),
доцент, Ферганского филиала ТУИТ им. Мухаммеда аль-Хорезми
e-mail: bakhtiyor@mail.ru

Уринбоев Алишер Шавкатжон угли,

студент Ферганского филиала ТУИТ им. Мухаммеда аль-Хорезми
e-mail: orinboyevalisher02@gmail.com

Аннотация: Люминесценция поляритонов в полупроводниковых структурах привлекла значительное внимание благодаря своей способности раскрывать новые физические явления и обеспечивать инновационные оптоэлектронные приложения. Эта статья предлагает глубокое исследование характеристики люминесценции поляритонов в полупроводниковых структурах на основе халькогенидов кадмия. В ней рассматриваются фундаментальные принципы физики поляритонов, синтез материалов на основе халькогенидов кадмия, различные методы характеристики и последствия для будущих прогрессов в этой области.

Ключевые слова: поляритон, фотон, тонкая поликристаллическая пленка, теллурид кадмия, примеси, легирование, термическая обработка, аномальные фотовольтаические свойства, спектр фотолюминесценции, потенциальные барьеры, границы зерен.

Введение. В последние годы изучение люминесценции поляритонов в полупроводниковых структурах приобрело интересное направление исследований. Поляритоны - это гибридные квазичастицы, возникающие из сильного взаимодействия между экситонами и фотонами в ограниченных структурах. Это взаимодействие приводит к образованию нижней и верхней ветвей поляритонов, что приводит к уникальным характеристикам дисперсии и усиленному взаимодействию света и материи. Эта статья фокусируется на характеристике люминесценции поляритонов в полупроводниковых структурах на основе халькогенидных соединений кадмия, которые показали значительный потенциал для развития нашего понимания физики поляритонов и достижения прорывов в оптоэлектронике.

На основе микроскопической теории поляритонной люминесценции (ПЛ) выполнен анализ известных экспериментальных спектров низкотемпературной фотолюминесценции (НТФЛ) кристаллов $CdTe$ для экситонного резонанса $A_{n=1}$. С помощью численных расчетов на компьютере получены теоретические спектры ПЛ и обсуждается механизм формирования экситонной

люминесценции на языке поляритонов в зависимости от параметров кристалла. Предложен новый неразрушающий оптический метод контроля и диагностики полупроводниковых материалов. А также, в области оптической спектроскопии полупроводников большое внимание уделяется исследованию НТФЛ кристаллов $CdTe$ с целью усовершенствования методов неразрушающего контроля и диагностики кристаллических и поликристаллических полупроводниковых структур на их основе [1]. При этом особую важность приобретает анализ спектров экситонной люминесценции как наиболее чувствительного и прямого метода, позволяющего получить самую достоверную информацию о дефектах полупроводникового материала. Однако до сих пор, насколько нам известно, адекватный количественный анализ НТФЛ кристаллов $CdTe$ в окрестности экситонных резонансов с учетом поляритонного эффекта и процессов затухания экситонов отсутствует. Настоящая работа посвящена восполнению этого пробела. В работе [2] была разработана теория ПЛ для кристаллов типа $CdTe$ с небольшими значениями продольно-поперечного расщепления ($\omega_{LT} \leq 1.0$ мэВ). В

отличие от ранних работ [3] с участием авторов предложена модель формирования ПЛ полупроводниковых кристаллов типа $CdTe$, согласно которой излучающие квантовые состояния поляритонов в окрестности «бутылочного горла» заселяются за счет рассеяния поляритонов нижней ветви 1 из области $\omega \geq \omega_L$ с достаточно большими $\vec{k}$ на акустических и оптических фононах, причем в ПЛ дают вклады упруго рассеянные на примесях в сторону поверхности кристалла поляритонные волны с верхними 2 и нижними 1 дисперсионными ветвями и их интерференция в вакууме (рис.1). Теория позволяет рассчитать спектры парциальных вкладов поляритонного излучения при конечных значениях затухания $\hbar\Gamma$ механических экситонов и в случаях, когда критерии применимости кинетического уравнения Больцмана для функции распределения поляритонов нарушаются [2]. Здесь приводятся результаты численных расчетов на компьютере спектров ПЛ и сопоставление их с известными экспериментальными спектрами НТФЛ кристаллов $CdTe$. Обсуждается механизм формирования экситонной люминесценции в зависимости от значений оптических параметров кристалла для экситонного резонанса $A_{n=1}$.

Торетический расчет.

Халькогенидные соединения на основе кадмия, такие как CdS , $CdSe$ и $CdTe$, предоставляют универсальную платформу для изучения поведения поляритонов. Эти материалы ценятся за возможность настройки ширины запрещенной зоны, высокую эффективность люминесценции и сильные экситонные переходы. Синтез материалов на основе халькогенидов кадмия включает методы, такие как химическое осаждение из паровой фазы, молекулярно-лучевая эпитаксия и коллоидный синтез. Возможность настраивать свойства материалов делает их идеальными кандидатами для создания активных поляритонных структур.

Исследуем спектральную интенсивность излучения $I_{\lambda}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega})$ с поляризацией λ , распространяющегося в вакууме в направлении единичного вектора $\vec{\Omega}(\theta, \varphi)$ (который лежит в плоскости yz , а внутренняя нормаль к границе

кристалла направлена вдоль оси z ; $\lambda = s, p$, где $s // x$, $p \perp x$):

$$I_{\lambda}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega}) = \sum_{\beta} I_{\beta\lambda}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega}). \quad (1)$$

Мы ограничиваемся рассмотрением ПЛ в s -поляризации. Тогда $\beta = 1, 2, 12$ при $\lambda = s$. Предполагается, что кристалл непрерывно облучается светом с частотой выше края фундаментального поглощения. Возбуждаемые светом свободные носители тока термализуются и связываются в экситоны, в результате чего формируется неравновесная функция распределения $f_{1\vec{k}\lambda}(z)$ поляритонов ветви 1 выше ω_L (рис.1). Последовательное определение функции $f_{1\vec{k}\lambda}(z)$ выходит за рамки данной работы и здесь эта функция считается заданной. При расчете мы для определенности будем полагать

$$f_{1\vec{k}\lambda}(z) = f_1(\omega_{k_1}^{(T)}) \cdot \exp(-z/L), \quad (2)$$

где L – эффективная глубина распределения поляритонов ветви 1. Поэтому вклады $I_{\beta s}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega})$ поляритонов ветви $\beta=1, 2$ в $I_{\lambda}^{(0)}$ можно рассматривать как результат однократного упругого и неупругого рассеяния в кристалле поляритонов ветви 1 выше частоты ω_L с заданной функцией распределения $f_{1\vec{k}\lambda}(z)$ в состояния $\beta=1, 2$ (рис. 1) и превращения поляритонов β на границе кристалла в фотоны вторичного излучения в вакууме.

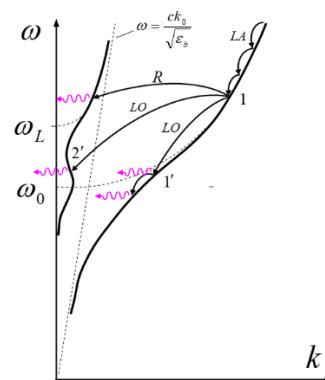


Рис.1. Схематические процессы термализации поляритонов нижней ветви 1 в области частот выше ω_L путем неупругого рассеяния на продольных акустических (LA), оптических (LO) фононах и упругого рассеяния на примесях (R) и формирование ПЛ в окрестности частот ω_0 и ω_L при конечном затухании экситона $\hbar\Gamma$.

Будем учитывать когерентные рассеяния $1 \rightarrow 1'$, $1 \rightarrow 2'$ и интерференционный вклад $I_{12\lambda}^{(0)}$ в ПЛ (1). Для расчета $I_{\beta s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega})$ при конечных значениях экситонного затухания $\hbar\Gamma$ мы воспользовались диаграммной техникой Келдыша [2] и получили

$$I_{\beta s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{F(\omega, \vec{\Omega})}{2k_o \text{Im} n_{\beta z} + L^{-1}} \left| \frac{t_{0\beta}^{(s)}}{n_{\beta z}} \right|^2, \quad \beta = 1, 2, \quad (3)$$

$$I_{12s}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega}) = F(\omega, \vec{\Omega}) \cdot 2 \text{Re} \left(\frac{1}{-ik_o(n_{1z} - n_{2z}^*) + L^{-1}} \frac{t_{01}^{(s)} \cdot (t_{02}^{(s)})^*}{n_{1z} \cdot n_{2z}^*} \right), \quad (4)$$

$$F(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{1}{(2\pi)^3} \frac{2M^2 c \varepsilon_b \omega_{LT} \cos \theta}{\hbar \tau_{\beta 1} |n_1^2 - n_2^2|^2} f_1(\omega), \quad (5)$$

где $n_{\beta z} = (n_\beta^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$ и величины $t_{0\beta}^{(s)}$ и n_β рассчитываются с учетом затухания Γ :

$$t_{0\beta}^{(s)}(\theta) = \frac{E_{\beta s}^{(i)}}{E_{\beta s}^{(i)}} = \frac{2n_{\beta z}}{(n_{0z} + \bar{n}_s) \cdot \cos \delta - i \sin \delta \cdot \left(\tilde{n}_z + \frac{n_{0z}}{\tilde{n}_z} \bar{n}_s \right)} \quad (6)$$

где $n_{0z} = \cos \theta$, $\tilde{n}_z = \sqrt{\varepsilon_b - \sin^2 \theta}$, $\delta = \sqrt{\varepsilon_b} k_o \ell / \tilde{n}_z$ (ℓ - толщина «мертвого слоя») и

$$\bar{n}_s = \frac{n_{1z}(\varepsilon_b - n_2^2) + n_{2z}(n_1^2 - \varepsilon_b)}{n_1^2 - n_2^2}. \quad (7)$$

Здесь комплексные показатели преломления n_β определяются формулами

$$n_\beta^2 = \frac{1}{2} \left\{ \varepsilon_b + \frac{\omega + i \frac{\Gamma}{2} - \omega_0}{\omega_M} - (-1)^\beta \left[\left(\varepsilon_b - \frac{\omega + i \frac{\Gamma}{2} - \omega_0}{\omega_M} \right)^2 + \frac{\Gamma_c^2}{4\omega_M} \right]^{1/2} \right\}, \quad (8)$$

где $\Gamma_c = 4\sqrt{\varepsilon_b \omega_{LT} \omega_M}$ - критическое значение затухания, при котором $n_1 = n_2$ на критической частоте $\omega_c = \omega_0 + \varepsilon_b \omega_M$; $\omega_M = \hbar k_o^2 / 2M$.

Таким образом, экситонную люминесценцию в окрестности резонансной частоты ω_0 при конечных значениях затухания экситонов $\hbar\Gamma$ можно теоретически описать с помощью поляритонной модели, согласно которой экспериментально регистрируемая ПЛ в вакууме рассматривается как сумма парциальных

излучений отдельных поляритонных мод с учетом их интерференции.

Результаты численного расчета и сравнение с экспериментом.

Для численного расчета интегральной $I_s^{(0)}(\omega)$ и парциальных $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ спектральных интенсивностей воспользовались формулами (1) и (3)-(5), как основными, а также вспомогательными формулами (6)-(8) для амплитудных коэффициентов пропускания $t_{0\beta}$ и показателей преломления n_β . Единственным варьирующим параметром теории является эффективная глубина распределения поляритонов L нижней ветви. Значение $\hbar\Gamma$ считаем известным из эксперимента, и мы его выбрали в интервале (0.1 - 3.0) мэВ, что соответствует для чистого кристалла CdTe температурному интервалу (2.0 - 100) К [4]. Для параметра L выбрали значения в промежутке (0.2 - 3.0) мкм исходя из максимального совпадения экспериментальных и теоретических спектров, а также учитывая экспериментальные результаты работы [3]. Численные расчеты проводились при следующих значениях основных параметров экситонного резонанса $A_{n=1}$ кристалла CdTe: $\hbar \omega_0 = 1,596$ эВ, $\hbar \omega_{LT} = 1,0$ мэВ, $M_{ex} = 0,5 m_0$ (m_0 - масса свободного электрона), фоновая диэлектрическая проницаемость $\varepsilon_b = 9,65$, толщина «мертвого слоя» $\ell = 65$ Å. Такие значения параметров хорошо согласуются с экспериментальными результатами по экситонному отражению света и экситонной люминесценции [1-2].

Поскольку мы интересуемся узкой спектральной областью в окрестности резонансной частоты ω_0 с радиусом $\approx (2-3)\omega_{LT}$, то в первом приближении можно пренебречь плавной частотной зависимостью экситонного затухания $\Gamma \cong (2\tau_{\beta 1})^{-1}$, где $\tau_{\beta 1}$ - время жизни поляритона относительно ухода $\beta \rightarrow 1$. Также пренебрегаем частотной зависимостью функции распределения $f_1(\omega)$ поляритонов ветви 1 в области частот $\omega_L \leq \omega \leq \omega_0 + \omega_{LO}$.

При численном расчете на компьютере мы использовали в качестве математического обеспечения для программирования автоматизированной алгоритмической системой

«MATLAB», которая была очень удобной для работы с комплексными числами и матрицами. Рассматривался относительно широкий спектральный интервал $(\omega_L - 4\omega_{LT}; \omega_L + 4\omega_{LT})$, внутри которой брали 100 расчетных точек для определения значений интенсивности излучения, выходящего из кристалла под углом $\theta = 0^0$ (т.е. нормально к поверхности кристалла).

На рис. 2, а представлены теоретические спектры $ПЛ$, рассчитанные для параметров кристалла $CdTe$ при $\hbar\Gamma = 0,45$ мэВ и $L = 0,5$ мкм. Кривая 0 соответствует суммарной интенсивности $I_s^{(0)}(\omega)$, а кривые 1, 2 и 12 – парциальным интенсивностям $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$, т.е. вкладам нижней $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, верхней $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ поляритонных ветвей и их интерференционному вкладу $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ в результирующую $ПЛ$. По оси абсциссы отложена относительная частота излучения $(\omega - \omega_L)/\omega_{LT}$, а по оси ординаты – интенсивности излучения в относительном масштабе, причем нормировка для всех теоретических спектральных кривых рис.2 и рис.3 одна и та же. Треугольники на рис.2, а представляют фрагмент экспериментального спектра фотолюминесценции кристалла $CdTe$ в интервале частот (1,593-1,597) эВ при температуре $T = 4.2$ К по работе [1]. Видно, что теоретический спектр суммарной интенсивности $ПЛ$ (кривая 0) хорошо совпадает с экспериментальным спектром. Относительно большое значение $\hbar\Gamma$ при температуре $T = 4.2$ К и малое значение L , по-видимому, обусловлены высокими концентрациями примесных центров в исследованных образцах $CdTe$, на что указывают доминирующие линии D^0X , A^0X , D^+X в экспериментальном спектре $НТФЛ$ [2], связанные излучением экситонов, захваченных нейтральными донорами и акцепторами, а также ионизированными донорами. Заметим, что теоретический спектр $ПЛ$, также как и экспериментальный спектр, имеет дублетную тонкую структуру (максимумы находятся на частотах ω_0 и ω_L), отражающую своеобразные комбинации парциальных вкладов нижней и верхней поляритонных ветвей. При этом следует особо отметить, что главный максимум $ПЛ$ на частоте ω_0 в большей степени обусловлен интерференционным вкладом $I_{12s}^{(0)}(\omega)$. Как видно

из рис 2, а, длинноволновой максимум (A_0 -линия) формируется из вкладов $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ и $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ в отношении 3:2:1, а в коротковолновом максимуме (A_L -линия) эти же вклады составляют отношение 4:1:9. Иначе говоря, при формировании A_0 -линии большую роль играет поляритоны нижней ветви и интерференционный вклад, а A_L -линия формируется в основном за счет поляритонов верхней ветви. В спектральной области вблизи A_L -линии максимальное отклонение теории от эксперимента составляет ~4 %. Из рисунка также видно, что в коротковолновой части спектра уже при $\omega \geq \omega_L + \omega_{LT}$ расхождение теории с экспериментом становится существенным. Это, по-видимому, связано с наличием частотной зависимости функции распределения $f_1(\omega)$ поляритонов нижней ветви и экситонного затухания $\hbar\Gamma(\omega)$, что не учтено предложенным в данной работе теоретическим расчетом.

Естественно, представляет большой интерес общая картина зависимости спектров $ПЛ$ кристаллов $CdTe$ от параметра затухания $\hbar\Gamma$ для контроля и диагностики чистоты полупроводникового материала. С экспериментальной точки зрения, рост значения $\hbar\Gamma$ при низких температурах ($T \approx 2 \div 4$ К) обусловлен увеличением концентрации различных дефектов кристалла, на которых рассеиваются экситоны, а для сверхчистых кристаллов – увеличением роли фононов. С другой стороны с повышением значения $\hbar\Gamma$ уже при $\hbar\Gamma = 0,2$ мэВ становится заметной роль поверхностно-радиационной волны 2 и её аномальной дисперсии. Для нас представляет интерес следить за тем, как отражаются данные эффекты в спектрах $ПЛ$. Такой вопрос ранее при исследовании $НТФЛ$ кристаллов $CdTe$ в литературах не рассматривался. На рис.2, b, c, d, e, f приведены расчетные спектры $ПЛ$ для параметров кристалла $CdTe$ при $\hbar\Gamma = 0.6, 0.1, 0.2, 1.5, 3.0$ мэВ, соответственно. При этом значения параметра L мы выбрали из условия наиболее хорошего совпадения теоретических и экспериментальных спектральных кривых, где это было возможным.

Сразу же заметим, что как суммарное $I_s^{(0)}(\omega)$, так и парциальные $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ ($\beta = 1, 2$) спектральные кривые претерпевают существенные

качественные изменения с ростом $\hbar\Gamma$. Так, например, при $\Gamma < \Gamma_c$ (для параметров кристалла CdTe критическое значение экситонного затухания $\hbar\Gamma_c \approx 0.88 \text{ мэВ}$) теоретический спектр $I_s^{(0)}(\omega)$ сохраняет дублетную структуру. При относительно малых значениях $\hbar\Gamma \leq 0.3 \text{ мэВ}$ интенсивность A_L -линии превышает интенсивности линии A_0 (см. рисунки 2, с и d). Однако с дальнейшим увеличением значения $\hbar\Gamma$ асимметричность дублетной структуры уменьшается, а затем эти линии испытывают инверсию по интенсивности (рисунки 1, а и b), в которой определяющую роль играет интерференционный вклад $I_{12s}^{(0)}(\omega)$, входящий в $I_s^{(0)}(\omega)$ с положительным знаком. Из всех рис. 2 интересно заметить, что спектральный контур $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ в отличие от контуров $I_s^{(0)}(\omega)$ и $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ вне зависимости от значения $\hbar\Gamma$ сохраняет симметричный лоренцевский вид, а его максимум, также как и максимум линии A_0 , находится на частоте ω_0 при всех значениях $\hbar\Gamma$. При $\Gamma \rightarrow \Gamma_c$ дублетная структура спектра ПЛ практически исчезает и доминирует линия A_0 , что обусловлено подавлением поляритонного эффекта при больших затуханиях механических экситонов $\hbar\Gamma$. Таким образом, дублетная структура линии НТФЛ кристаллов CdTe , экспериментально обнаруженная в спектральной области свободных экситонов в работах [2-4] (см. также цитированные литературы в [3]) явно связана поляритонными состояниями и эффектом интерференционной люминесценции, т.е. когерентным излучением различных поляритонных ветвей. При этом, исходя из теоретических кривых $I_s^{(0)}(\omega)$ на рисунках 2, с и d особо хочется отметить, что в спектрах ПЛ сверхчистых кристаллов CdTe (т.е. при $\Gamma \rightarrow 0$) максимум A_L -линии превосходит максимума A_0 -линии, что является надежным критерием оценки чистоты кристалла CdTe . При значениях $\Gamma \geq \Gamma_c$, как видно из рисунков 2, е и f, теоретическая спектральная линия $I_s^{(0)}(\omega)$ в соответствии с экспериментальными линиями экситонной люминесценции кристаллов $\text{CdTe}:\text{Fe}$ [4] при $T = 5 \text{ K}$ и концентрациях легирующих

примесей $3.0 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и $3.5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ содержит один максимум.

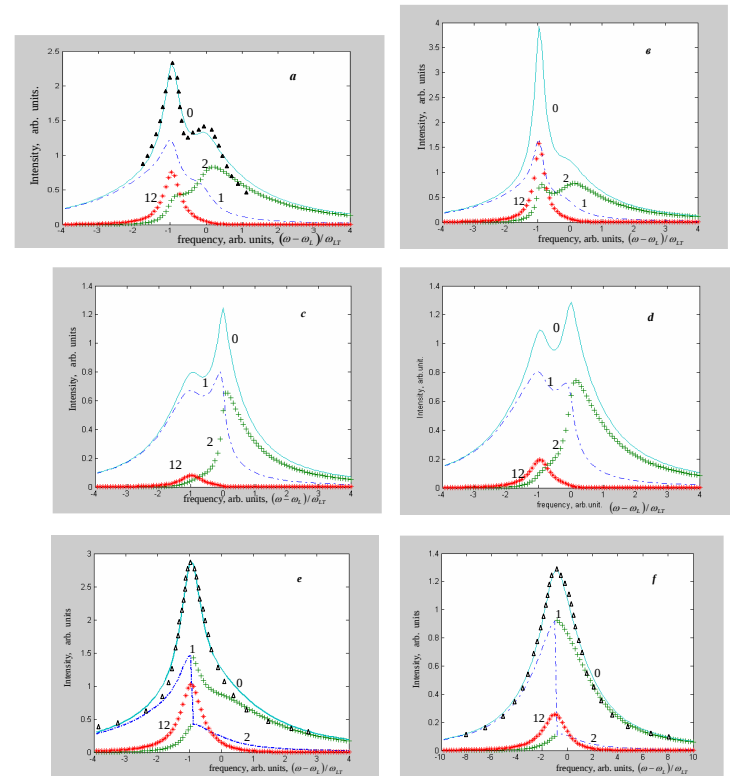


Рис.2. Теоретические спектры ПЛ, рассчитанные для параметров кристалла CdTe : $\hbar\omega_0 = 1,596 \text{ эВ}$, $\hbar\omega_{LT} = 1,0 \text{ мэВ}$, $\varepsilon_s = 9,65$, $M_{ex}/m_0 = 0,5$, $\theta = 0^\circ$ и $\hbar\Gamma = 0,45$ (a); $0,6$ (b); $0,1$ (c); $0,2$ (d); 15 (e); $3,0$ (f) мэВ , $L = 0,5$ (a); $0,4$ (b); $0,85$ (c); $0,7$ (d); $0,3$ (e); $0,2$ (f) мкм . Кривая 0 – суммарная, а 1, 2 и 12 – парциальные интенсивности – вклады нижней, верхней поляритонных ветвей и их интерференционный вклад. По оси абсциссы отложена относительная частота излучения $(\omega - \omega_L)/\omega_{LT}$, а по оси ординаты – интенсивности излучения в относительном масштабе. Треугольники – эксперимент [2(a), 11(e, f)].

Из рисунков 1, е и f также видим, что при $\hbar\Gamma = 1.5 \text{ мэВ}$ спектральный контур $I_s^{(0)}(\omega)$ обладает ещё некоторой асимметрией, что отражает неполное подавление поляритонного эффекта сильным затуханием, а при $\hbar\Gamma = 3.0 \text{ мэВ}$ форма линии $I_s^{(0)}(\omega)$ уже переходит почти в лоренцевский контур.

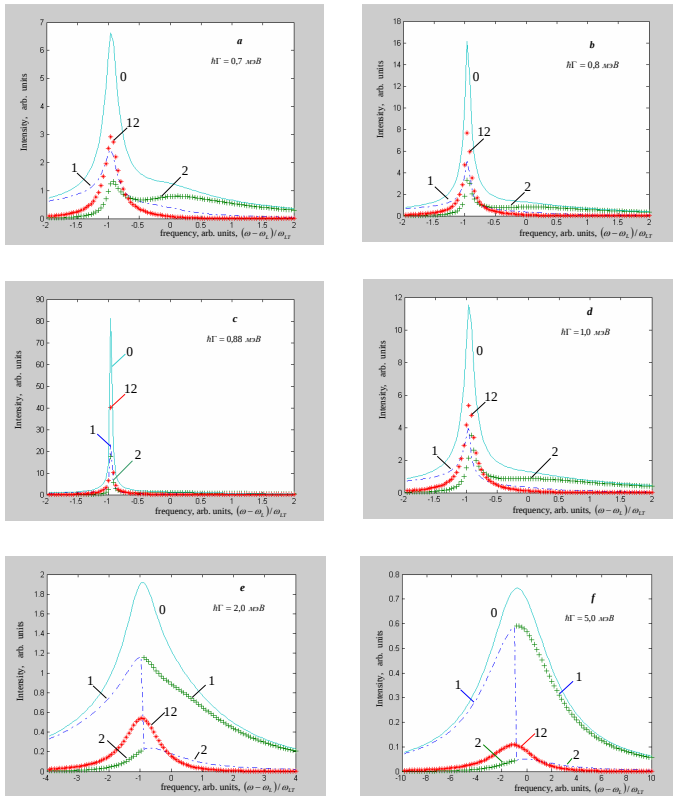


Рис.3. Теоретические спектры ПЛ для значений параметров $\hbar\Gamma$: 0.7, 0.8, 0.88, 1.0, 2.0, 5.0 мэВ и L : 0.4(a), 0.4(b), 0.3(c), 0.3(d), 0.2(e), 0.1(f) мкм. Значения остальных параметров кристалла CdTe и обозначения те же, что и на рис.2.

Теперь кратко рассмотрим роль поверхностно-радиационной волны 2 и её аномальной дисперсии в формировании спектров ПЛ по рис. 2, а также по рис. 3, а-ф, где для получения более полного представления дополнительно приведены теоретические спектры ПЛ для параметров кристалла CdTe при $\hbar\Gamma = 0.7, 0.8, 0.88, 1.0, 2.0, 5.0$ мэВ (соответственно $L = 0.4, 0.4, 0.3, 0.3, 0.2, 0.1$ мкм). Дисперсия поляритонов верхней ветви 2 с увеличением $\hbar\Gamma$ претерпевает сильные изменения в области частот $\omega < \omega_L$. Во-первых, волновое число k_2 приобретает вещественную добавку, что означает включение поверхностно-радиационной волны 2 в процесс переноса энергии экситонного возбуждения в кристалле. Во-вторых, в области продольно-поперечного расщепления (ω_0, ω_L) величина $\text{Re } k_2$ обнаруживает аномальную

дисперсию. Из рисунков 2 и 3 видно, что с ростом $\hbar\Gamma$ парциальный вклад $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ (кривая 2) в области частот $\omega < \omega_L$ монотонно расширяется и ведет своеобразную частотную зависимость. Сначала в спектральной линии $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ на частоте ω_0 обнаруживается при значениях $\hbar\Gamma \approx 0.2 - 0.4$ мэВ изгиб (рис. 2, d), далее полочка (рис. 2, a), а затем при $\hbar\Gamma \approx 0.5 - 0.8$ мэВ - явный максимум (рис. 2, b и 3, a, b), которые обусловлены аномальной дисперсией $\text{Re } k_2$ и сближением дисперсионных кривых $\text{Re } k_1$ и $\text{Re } k_2$ при $\Gamma \rightarrow \Gamma_c$.

В области значений $\Gamma \approx 0.6 - 1.2$ мэВ парциальные вклады $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ и $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ на поперечной частоте ω_0 по порядку величины одинаковы, а при $\Gamma \approx \Gamma_c$ интерференционный вклад превышает $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ каждые в отдельности, но, естественно, остается меньшим их суммы. Из рисунков 2 и 3 заметим, что интенсивность $I_s^{(0)}(\omega)$ ПЛ кристалла CdTe на частоте ω_0 с ростом $\hbar\Gamma$ плавно увеличивается, а спектральная полуширина Δ плавно уменьшается. Однако при $\Gamma \rightarrow \Gamma_c$ происходит резкое возрастание $\max I_s^{(0)}(\omega)$ и сильное уменьшение Δ (рис. 3, a, b, c). Дальнейший рост $\hbar\Gamma$ в области $\Gamma > \Gamma_c$ приводит к тому, что максимальная интенсивность $\max I_s^{(0)}(\omega)$ плавно уменьшается (Δ уширяется). Иначе говоря, функция $\max I_s^{(0)}(\Gamma)$ имеет резкий максимум, а $\Delta(\Gamma)$ - провал при значении $\Gamma = \Gamma_c$ (рис.4). При $\Gamma \gg \Gamma_c$ установится $\Delta \approx \Gamma$ (рис. 3, f), вклады $I_{2s}^{(0)}(\omega)$, $I_{12s}^{(0)}(\omega) \rightarrow 0$ и спектр ПЛ $I_s^{(0)}(\omega)$ формируется из одной компоненты $I_{1s}^{(0)}(\omega)$ с лоренцевским контуром.

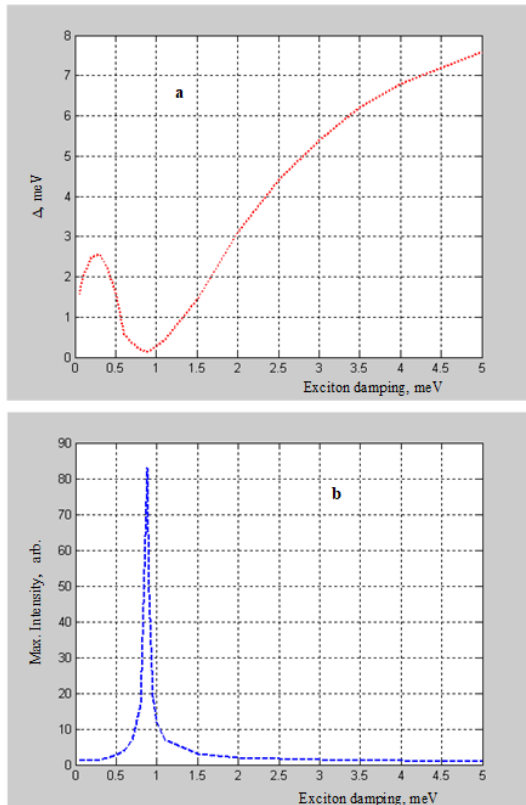


Рис.4. Теоретические зависимости спектральной полуширины (а) и максимальной интенсивности (б) ПЛ кристаллов CdTe от экситонного затухания $\hbar\Gamma$.

Закключение. На основе микроскопической теории ПЛ и анализа теоретических спектров НТФЛ кристаллов CdTe со сравнением существующих экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Предложена модель формирования ПЛ полупроводниковых кристаллов типа CdTe с небольшим значением продольно-поперечного расщепления ω_{LT} при конечных затуханиях $\hbar\Gamma$ механических экситонов, согласно которой излучающие квантовые состояния поляритонов в окрестности «бутылочного горла» заселяются за счет рассеяния поляритонов нижней ветви 1 из области $\omega \geq \omega_L$ с достаточно большими $\vec{k}$ на акустических и оптических фононах, причем в ПЛ дают вклады упруго рассеянные на примесях в сторону поверхности кристалла поляритонные волны с верхними 2 и нижними 1 дисперсионными ветвями и их интерференция в вакууме.

2. Разработан метод расчета парциальных спектров ПЛ кристаллов типа CdTe в

окрестности экситонного резонанса $A_{n=1}$ при конечных значениях $\hbar\Gamma$ с использованием диаграммной техники Келдыша для функции Грина экситонов, справедливый и в случаях, когда нарушается критерии применимости кинетического уравнения Больцмана для функции распределения поляритонов.

3. Теоретический спектр ПЛ кристаллов CdTe в соответствие экспериментальным спектром при значениях $\hbar\Gamma < 0.6$ мэВ обнаруживает асимметричную дублетную тонкую структуру с максимумами в окрестностях частот ω_0 (A_0 -линия) и ω_L (A_L -линия), а при $\Gamma \geq \Gamma_c$ - синглетную линию с максимумом вблизи частоты ω_0 , причем для случаев $\Gamma \gg \Gamma_c$ контур этой линии приобретает лоренцевский вид, что отражает полное подавление поляритонного эффекта сильным экситонным затуханием.

4. При относительно малых значениях $\hbar\Gamma < 0.3$ мэВ интенсивность A_L -линии превышает интенсивности линии A_0 , с дальнейшим увеличением $\hbar\Gamma$ асимметричность дублетной структуры уменьшается и при $\hbar\Gamma \approx 0.3$ мэВ эти линии испытывают инверсию по интенсивности, в которой определяющую роль играет интерференционный вклад $I_{12s}^{(0)}(\omega)$, входящий в $I_s^{(0)}(\omega)$ с положительным знаком. Спектральный контур $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ в отличие от контуров $I_s^{(0)}(\omega)$ и $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ сохраняет симметричный лоренцевский вид, а его максимум, также как и максимум линии A_0 , находится на частоте ω_0 при всех значениях $\hbar\Gamma$.

5. С ростом $\hbar\Gamma$ парциальный вклад $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ в области частот $\omega < \omega_L$ монотонно расширяется и на частоте ω_0 обнаруживается при значениях $\hbar\Gamma \approx 0.2 - 0.4$ мэВ изгиб, далее полочка, а затем при $\hbar\Gamma \approx 0.5 - 0.8$ мэВ - явный максимум, которые обусловлены аномальной дисперсией $\text{Re } k_2$ и сближением дисперсионных кривых $\text{Re } k_1(\omega)$ и $\text{Re } k_2(\omega)$ при $\Gamma \rightarrow \Gamma_c$. В области значений $\Gamma \approx 0.6 - 1.2$ мэВ парциальные вклады $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ и $I_{12s}^{(0)}(\omega)$

на поперечной частоте ω_0 по порядку величины одинаковы, а при $\Gamma \approx \Gamma_c$ интерференционный вклад превышает $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ каждый в отдельности, оставаясь меньшим их суммы.

Таким образом, при конечных значениях $\hbar\Gamma$ поляритонные моды типа 2 - 2' и их интерференция с модами 1 - 1' [5] в области частот $\omega < \omega_L$ дают весьма заметный вклад в ПЛ CdTe, который в привычной картине ПЛ (в кинетическом приближении) ранее, как правило, вообще не рассматривался, а в области частот $\omega > \omega_L$ вклад поляритонов верхней ветви $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ является определяющим. Предложенный здесь метод расчета и анализа спектров ПЛ может быть использован для правильной интерпретации особенностей спектров НТФЛ кристаллов типа CdTe с относительно небольшими значениями продольно-поперечного расщепления $\omega_{LT} \leq 1.0$ мэВ в области экситонных резонансов и открывает новые возможности для неразрушающего контроля и диагностики кристаллических и поликристаллических полупроводниковых структур.

6. Изучение люминесценции поляритонов в полупроводниковых структурах на основе халькогенидных соединений кадмия представляет увлекательное пересечение фундаментальной физики и технологической инновации. С помощью тщательного понимания поведения поляритонов и передовых методов характеристики исследователи готовы раскрыть потенциал этих квазичастиц для следующего поколения оптоэлектронных устройств и квантовых технологий. По мере развития этой области можно ожидать дополнительных прорывов, которые сформируют будущее как фундаментальных, так и прикладных исследований.

Список литературы

1. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Онищенко Е.Е., Шепель А.А. Фотолюминесценция CdTe, выращенного при значительном отклонении от термодинамического равновесия // ФТП. - 2011. - Т. 45, вып. 7. - С. 908-915.

2. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Шепель А.А. Оптические и электрофизические свойства дефектов в высокочистом CdTe // ФТТ. - 2010. - Т. 52, вып. 1. - С. 37-42.

3. Парфенюк О.А., Илашук М.И., Уляницкий К.С., Фочук П.М., Стрильчук О.М., Крилюк С.П., Корбутяк Д.В. Электрофизические свойства и низкотемпературная фотолюминесценция монокристаллов CdTe, легированных Si // ФТП. - 2006. Т. 40, вып. 2. - С.148-152.

4. Polvonov B.Z., Nasirov M.X., Mirzaev V.T., Razikov J. "Diagnostika poluprovodnikovix materialov metodom polyaritonnoy lyuminessensii" *General question of world science Collection of scientific papers on materials VII International Scientific Conference*. Izdatelstvo: "Nauka Rossii" 2.(2019):39

5. B.Z.Polvonov, Yu.I.Gafurov, U.A.Otajonov, M.X.Nasirov, B.B.Zaylobiddinov, The specificity of photoluminescence n-CdS/p-CdTe in semiconductor heterostructures// *International Journal of Mathematics and Physics*(Al-Farabi Kazakh National University) Print ISSN: 2218-7987, Online ISSN: 2409-5508 Vol 14 No 2 (2022)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PYTHON ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Зулунов Равшанбек Маматович,
кандидат физико-математических наук, доцент,
Ферганский филиал Ташкентского университета
информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

Солиев Бахромжон Набижонович,
преподаватель, Ферганский филиал
Ташкентского университета информационных
технологий имени Мухаммада аль-Хорезми

Аннотация. Внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в различных сферах стало насущной потребностью в современных темпах развития общества. Интеграция различных интеллектуальных технологий является ключевым фактором в эту эпоху. В статье рассматривается использование языка программирования Python при реализации технологий искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большие данные, машинное обучение, глубокое обучение, библиотеки Python, интеллектуальные системы, Natural Language Processing, функция активации нейрона.

Введение. Искусственный интеллект (ИИ) — это преобразующая область на стыке информатики и когнитивной науки, целью которой является воспроизведение человеческого интеллекта в машинах. Он охватывает широкий спектр технологий и приложений, которые позволяют компьютерам выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта, такие как понимание естественного языка, распознавание закономерностей в данных, принятие решений и обучение на основе опыта.

Python, универсальный и удобный для начинающих язык программирования, стал предпочтительным выбором для разработки ИИ. Простота и читаемость Python в сочетании с его обширными библиотеками и платформами делают его мощным инструментом для практиков и исследователей искусственного интеллекта. Благодаря таким библиотекам, как TensorFlow, PyTorch, scikit-learn и spaCy, Python предоставляет инструменты, необходимые для создания и развертывания современных моделей искусственного интеллекта.

Роль Python в искусственном интеллекте простирается от машинного обучения и глубокого обучения до обработки естественного языка и компьютерного зрения. Его активное сообщество

постоянно создает новые пакеты и ресурсы, связанные с искусственным интеллектом, что делает его популярным языком как для профессионалов, так и для энтузиастов. Во введении мы рассмотрим симбиотические отношения между искусственным интеллектом и Python, подчеркнув их ключевую роль в формировании будущего технологий и инноваций.

Литературный обзор. Искусственный интеллект (ИИ) стал революционной силой в секторе здравоохранения, произведя революцию в способах диагностики, лечения и профилактики заболеваний. В этом обзоре литературы представлен обзор ключевых изменений в влиянии ИИ на здравоохранение и выявлены пробелы в существующих исследованиях:

Медицинская визуализация. Методы анализа изображений на основе искусственного интеллекта, такие как сверточные нейронные сети (CNN), показали замечательную точность в обнаружении таких заболеваний, как рак, диабетическая ретинопатия и сердечно-сосудистые заболевания, на медицинских изображениях. Исследования (Smith et al., 2018; Esteva et al., 2019) продемонстрировали потенциал ранней диагностики и улучшения результатов лечения пациентов.

Обработка естественного языка (Natural Language Processing). Системы искусственного интеллекта на основе НЛП позволили эффективно извлекать ценную информацию из неструктурированных клинических записей и медицинских записей. Исследования (Miotto et al., 2016; Lopes et al., 2020) подчеркнули роль НЛП в оптимизации клинических рабочих процессов и поддержке принятия решений на основе фактических данных.[1]

Открытие лекарств: ИИ ускорил процессы открытия лекарств, предсказывая потенциальных кандидатов на лекарства, оптимизируя молекулярные структуры и определяя взаимодействие лекарств. Известные исследования (Schwartz et al., 2020; Stokes et al., 2020) подчеркивают вклад ИИ в ускорение разработки лекарств.

Удаленный мониторинг и прогнозная аналитика. Носимые устройства и алгоритмы искусственного интеллекта позволили осуществлять удаленный мониторинг пациентов, позволяя медицинским работникам отслеживать жизненные показатели пациентов и прогнозировать ухудшение здоровья. Это приобрело значение, особенно во время пандемии COVID-19 (Liang et al., 2020; Topol, 2019).[2]

Этические и нормативные проблемы. Хотя ИИ предлагает преобразующие преимущества, этические соображения и нормативные проблемы стали критическими проблемами. Обеспечение конфиденциальности пациентов, безопасности данных и прозрачности систем искусственного интеллекта являются постоянными проблемами (Obermeyer et al., 2019; Char et al., 2020).

Методология. Чтобы изучить влияние ИИ на здравоохранение, в этом исследовании будет использоваться смешанный подход:

Сбор данных. Собирайте данные из нескольких источников, включая электронные медицинские записи, базы данных медицинских изображений и клинические записи, чтобы оценить масштабы внедрения ИИ в медицинских учреждениях.

Количественный анализ. Используйте методы статистического анализа для количественной оценки влияния ИИ на точность диагностики, результаты лечения и экономическую эффективность. Оцените

производительность алгоритмов ИИ по сравнению с традиционными методами, используя соответствующие показатели.

Качественные исследования. Проведите интервью и опросы среди медицинских работников, пациентов и разработчиков ИИ, чтобы понять их точку зрения на влияние ИИ на оказание медицинских услуг, опыт пациентов и этические проблемы.

Тематические исследования: изучите реальные внедрения искусственного интеллекта в медицинских учреждениях, чтобы оценить их эффективность и выявить лучшие практики и проблемы.

Этическая оценка: проанализируйте этические последствия внедрения ИИ в здравоохранении и предложите рекомендации по обеспечению этической практики ИИ, согласия пациентов и безопасности данных.

Соответствие нормативным требованиям. Изучите нормативную среду и определите области, в которых ИИ в здравоохранении может потребовать конкретных руководств или стандартов.

Объединив количественные и качественные методы, это исследование направлено на то, чтобы обеспечить всестороннее понимание влияния ИИ на здравоохранение, пролить свет как на его преимущества, так и на потенциальные проблемы, а также предложить путь вперед для этой преобразующей технологии в медицинской сфере.[3]

Результаты. Нейронные сети, часто называемые искусственными нейронными сетями (ИНС), представляют собой вычислительные модели, основанные на структуре и функциях человеческого мозга. Они являются фундаментальным компонентом машинного и глубокого обучения, играя решающую роль в различных приложениях, включая распознавание изображений и речи, обработку естественного языка, автономные транспортные средства, медицинскую диагностику и многое другое. Вот некоторые ключевые понятия и информация о нейронных сетях:

1. **Базовая структура:** Нейронные сети состоят из взаимосвязанных узлов или искусственных нейронов, организованных в слои. Три основных типа слоев в нейронной сети — это входной слой, один или несколько

скрытых слоев и выходной слой. Каждому соединению между нейронами присвоен свой вес.

2. **Функция активации:** нейроны применяют функцию активации к своим взвешенным входным сигналам, создавая выходной сигнал. Общие функции активации включают сигмовидную форму, ReLU (Rectified Linear Unit - выпрямленную линейную единицу) и tanh (hyperbolic tangent - гиперболический тангенс).

3. **Обучение.** Нейронные сети учатся на данных посредством процесса, называемого обучением. Во время обучения сеть корректирует свои веса на основе ошибки или потери между прогнозируемым выходным сигналом и фактической целью. Обычно это делается с использованием алгоритмов оптимизации, таких как градиентный спуск.

4. **Глубокое обучение.** Глубокое обучение — это область машинного обучения, которая фокусируется на нейронных сетях с несколькими скрытыми слоями. Эти сети называются глубокими нейронными сетями, и они превосходно улавливают сложные закономерности в данных. Глубокое обучение добилось замечательных успехов в различных областях, особенно при работе с большими наборами данных.

5. **Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks - CNN):** CNN представляют собой специализированный тип нейронной сети, предназначенный для обработки данных в виде сетки, таких как изображения и видео. Они используют сверточные слои для автоматического изучения иерархических функций на основе входных данных.

6. **Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks - RNN):** RNN предназначены для последовательных данных, таких как временные ряды или естественный язык. У них есть повторяющиеся связи, которые позволяют им сохранять и использовать внутреннюю память, что делает их пригодными для таких задач, как моделирование языка и распознавание речи.

7. **Длинная краткосрочная память (Long Short-Term Memory - LSTM) и GRU (Gated Recurrent Unit - GRU).** Это

специализированные архитектуры RNN, которые решают проблему исчезновения градиента и особенно полезны для фиксации долгосрочных зависимостей в последовательностях.

8. **Приложения:** Нейронные сети применяются в широком спектре областей, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание речи, системы рекомендаций, автономную робототехнику и здравоохранение. Они произвели революцию в отраслях, добившись производительности человеческого уровня в таких задачах, как классификация изображений и языковой перевод.

9. **Проблемы:** обучение глубоких нейронных сетей может требовать больших вычислительных ресурсов и больших наборов данных. Переоснащение, когда модель хорошо работает на обучающих данных, но плохо на невидимых данных, является распространенной проблемой. Исследователи постоянно работают над разработкой методов решения этих проблем.

10. **Аппаратное ускорение.** Для ускорения обучения и вывода нейронных сетей было разработано специализированное оборудование, такое как графические процессоры (GPU), а в последнее время и тензорные процессоры (TPU).[4]

Нейронные сети продолжают развиваться, и исследователи изучают новые архитектуры и методы для улучшения их производительности и возможностей. Они остаются в авангарде исследований в области искусственного интеллекта и машинного обучения, внедряя инновации в различных областях.

В искусственных нейронных сетях функция активации нейрона определяет результат, который определяется входным сигналом или набором входных сигналов. Стандартный компьютерный микросхема может рассматриваться как цифровая сеть функций активации, которые могут принимать значения «Включено» (1) или «Выключено» (0) в зависимости от входа. Это аналогично поведению линейного перцептрона в нейронных сетях. Однако только нелинейные функции активации позволяют таким сетям решать сложные задачи с использованием небольшого числа узлов. В

искусственных нейронных сетях эта функция также называется передаточной функцией.[5]

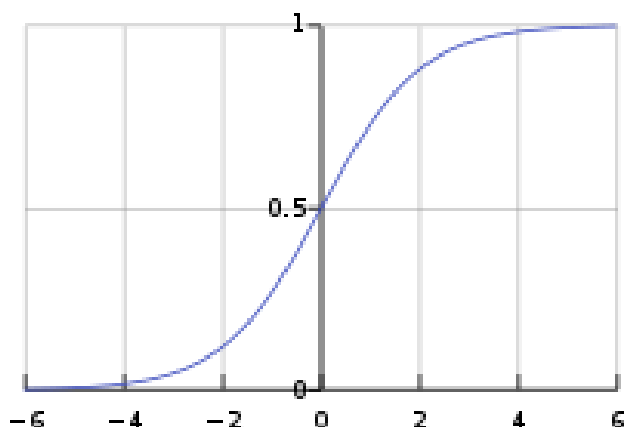


Рис 1. Логистическая функция активации

Функции активации являются важнейшим компонентом искусственных нейронных сетей. Они определяют выходной сигнал нейрона или узла на основе его взвешенного входного сигнала. Функции активации привносят нелинейность в нейронную сеть, позволяя ей моделировать сложные взаимосвязи в данных.[6] Вот более подробное объяснение функций активации:

Бинарная ступенчатая функция:

Формула:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x > 0 \\ 0, & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

Описание: Это простая функция активации, выходные данные которой являются двоичными: 1 или 0. На практике она используется редко, поскольку не является дифференцируемой, что делает ее непригодной для оптимизации на основе градиента во время обучения.

Сигмовидная функция (логистическая функция):

Формула:

$$f(x) = 1 / (1 + e^{(-x)})$$

Описание. Сигмовидная функция сжимает взвешенную сумму входных данных в диапазон (0, 1), что делает ее подходящей для задач двоичной классификации. Он гладкий и дифференцируемый,

но страдает от проблемы исчезающего градиента, что делает его менее подходящим для глубоких нейронных сетей.

Гиперболическая функция тангенса (tanh):

Формула:

$$f(x) = (e^x - e^{-x}) / (e^x + e^{-x})$$

Описание: Функция tanh аналогична сигмовидной, но сжимает входные значения в диапазон (-1, 1). Он также страдает от проблемы исчезающего градиента, но имеет то преимущество, что имеет нулевое центрирование, что помогает смягчить некоторые проблемы с обучением.

Выпрямленный линейный блок (ReLU):

Формула:

$$f(x) = \max(0, x)$$

Описание: ReLU — одна из наиболее широко используемых функций активации. Он эффективен в вычислительном отношении и вводит нелинейность, выводя ноль для отрицательных входных данных и входное значение для положительных входных данных. Однако нейроны ReLU могут страдать от проблемы «умирающего ReLU», когда они могут стать неактивными во время обучения и не обновлять свой вес.

Утечка ReLU:

Формула:

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{if } x > 0 \\ \alpha x, & \text{if } x \leq 0 \text{ (}\alpha \text{ is a small positive constant)} \end{cases}$$

Описание: Leaky ReLU решает умирающую проблему ReLU, допуская небольшой градиент для отрицательных входных данных, предотвращая полную неактивность нейронов. Это способствует лучшему обучению глубоких сетей.

Параметрический ReLU (PReLU):

Формула:

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{if } x > 0 \\ w, & \text{if } x \leq 0 \end{cases}$$

```
x, if x > 0
αx, if x <= 0 (α is a learnable
parameter)
}
```

Описание: PReLU похож на Leaky ReLU, но позволяет изучать параметр α во время обучения, что делает его более адаптивным.

Экспоненциальная линейная единица (ELU):

Формула:

```
f(x) = {
x, if x > 0
α(e^x - 1), if x <= 0 (α is a small
positive constant)
}
```

Описание: ELU — это еще одна функция активации, которая решает умирающую проблему ReLU. Он имеет плавный переход к отрицательным значениям, что делает обучение более надежным.

Swish:

Формула:

$$f(x) = x / (1 + e^{(-x)})$$

Описание: Swish — относительно новая функция активации, сочетающая в себе характеристики сигмовидной и ReLU-функций. Его можно дифференцировать, и он показал многообещающие результаты в улучшении результатов тренировок.

Выбор правильной функции активации зависит от конкретной проблемы, которую вы пытаетесь решить, и характеристик ваших данных. Часто необходимы эксперименты и настройка, чтобы определить, какая функция активации лучше всего работает для данной архитектуры нейронной сети и набора данных.

Вот несколько примеров кода Python, связанных с областью искусственного интеллекта (ИИ). Эти примеры демонстрируют задачи, обычно выполняемые в приложениях искусственного интеллекта и машинного обучения:

1. Линейная регрессия:

```
import numpy as np
```

```
from sklearn.linear_model import
LinearRegression
```

```
# Sample data
```

```
X = np.array([[1], [2], [3]])
```

```
y = np.array([2, 4, 6])
```

```
# Create and train a linear regression
model
```

```
model = LinearRegression()
```

```
model.fit(X, y)
```

```
# Make predictions
```

```
predictions = model.predict([[4]])
```

```
print("Linear Regression Prediction:",
predictions[0])
```

Этот код демонстрирует линейную регрессию — фундаментальный метод прогнозного моделирования.

2. Классификация изображений с помощью TensorFlow/Keras:

```
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
```

```
# Load a pre-trained model
```

```
model =
keras.applications.MobileNetV2(weights=
'imagenet')
```

```
# Load and preprocess an image
```

```
image =
keras.preprocessing.image.load_img('ima
ge.jpg', target_size=(224, 224))
```

```
image =
keras.preprocessing.image.img_to_array(
image)
```

```
image =
keras.applications.mobilenet_v2.preproc
ess_input(image[np.newaxis])
```

```
# Perform image classification
```

```
predictions = model.predict(image)
```

```
decoded_predictions =
keras.applications.mobilenet_v2.decode_
predictions(predictions)
```

```
print("Image Classification Results:",
decoded_predictions[0])
```

Этот код использует предварительно обученную модель глубокого обучения для классификации изображений.

3. Обработка естественного языка (НЛП) с помощью SpaCy:

```
import spacy

# Load a pre-trained spaCy model
nlp = spacy.load("en_core_web_sm")

# Analyze a text
text = "Natural Language Processing is fascinating!"
doc = nlp(text)

# Extract named entities
for entity in doc.ents:
    print("Entity:", entity.text,
          "Label:", entity.label_)
```

Этот код демонстрирует распознавание именованных объектов с использованием spaCy, популярной библиотеки НЛП.

4. Анализ настроений с помощью TextBlob:

```
from textblob import TextBlob

# Analyze sentiment in text
text = "I love this product. It's amazing!"
analysis = TextBlob(text)

# Determine sentiment polarity and subjectivity
polarity = analysis.sentiment.polarity
subjectivity = analysis.sentiment.subjectivity

print("Sentiment Polarity:", polarity)
print("Sentiment Subjectivity:", subjectivity)
```

Этот код использует TextBlob для анализа настроений, который вычисляет полярность настроений и субъективность текста.

5. Обучение с подкреплением с помощью OpenAI Gym:

```
import gym

# Create an environment
env = gym.make("CartPole-v1")

# Run episodes with a random policy
for episode in range(5):
    state = env.reset()
    done = False
    total_reward = 0

    while not done:
        action = env.action_space.sample()
        next_state, reward, done, _ = env.step(action)
        total_reward += reward

    print("Episode", episode + 1,
          "Total Reward:", total_reward)
```

Этот код использует OpenAI Gym для моделирования среды обучения с подкреплением (CartPole) и запуска эпизодов со случайными действиями.

Эти примеры кода Python представляют различные задачи, связанные с искусственным интеллектом, от машинного обучения и глубокого обучения до обработки естественного языка и обучения с подкреплением. Вы можете использовать их в качестве отправной точки для создания более совершенных приложений ИИ и дальнейшего изучения мира искусственного интеллекта.[7]

Вывод. Преобразующее влияние искусственного интеллекта (ИИ) на сектор здравоохранения неоспоримо: растет количество доказательств, демонстрирующих его потенциал для улучшения результатов лечения пациентов, улучшения диагностики, оптимизации рабочих процессов и ускорения разработки лекарств. От передовых медицинских изображений, основанных на глубоком обучении, до инструментов обработки естественного языка, которые извлекают бесценную информацию из клинических записей,

ИИ меняет ландшафт оказания медицинской помощи.

Однако по мере того, как интеграция ИИ продолжает расширяться, она порождает ряд этических, нормативных проблем и проблем конфиденциальности. Обеспечение безопасности данных, прозрачности и сохранение конфиденциальности пациентов являются первостепенными задачами. Нахождение правильного баланса между перспективами ИИ и защитой прав пациентов остается критически важным вопросом, требующим постоянного внимания.

В этом обзоре подчеркивается необходимость междисциплинарного сотрудничества между медицинскими работниками, учеными, работающими с данными, и политиками для ориентации в развивающемся ландшафте здравоохранения, основанном на искусственном интеллекте. Решение этих проблем и использование всего потенциала ИИ в здравоохранении требует коллективных усилий, направленных на создание этических принципов, надежной нормативной базы и ответственной практики ИИ.

В заключение отметим, что искусственный интеллект имеет огромные перспективы в революционном преобразовании здравоохранения, но его успех зависит от целостного подхода, который не только максимизирует его преимущества, но и защищает принципы благополучия пациентов, целостности данных и этических стандартов. Поскольку ИИ продолжает развиваться, его глубокое влияние на здравоохранение, несомненно, станет одним из определяющих событий современной медицинской эпохи.

Использованная литература

1. R. Zulunov. Preparing the educational process for the era of artificial intelligence. The journal of integrated education and research, Volume 1, issue 4, September 2022, p.261-263.
2. R. Zulunov. Use of artificial intelligence technologies in the educational process. Web of Scientist: International Scientific Research Journal (WoS), Volume 3, Issue 10, Oct., 2022, p. 764-770.
3. Р. Зулунов, Подготовка образовательного процесса к эпохе искусственного интеллекта.

Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 2022, Oct., 11, p. 81-83.

4. Р. Зулунов. Что такое искусственный интеллект и как он работает. Ta'lim_fidoyilari, 2022 noyabr 1 qism, 149-153 b.

5. Функция активации -
https://ru.wikipedia.org/wiki/Функция_активации

6. Huaiqin Wu. Global stability analysis of a general class of discontinuous neural networks with linear growth activation functions // Information Sciences. — 2009. — Т. 179, вып. 19. — С. 3432–3441. — doi:10.1016/j.ins.2009.06.006.

7. Р. Зулунов, А.Тиллаволидиев. Использование технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 2022, v.12, Nov, p.137–142.

8. Zulunov, R., & Soliev, B. (2023). IMPORTANCE OF PYTHON LANGUAGE IN DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Потомки Аль-Фаргани, 1(1), 7–12. <https://al-fargoni.uz/index.php/journal/article/view/3>

UOʻK 004.056

CISCO PACKET TRACER YORDAMIDA HUSUSIY KORXONALAR UCHUN MAXSUS HIMOYALANGAN TARMOQ KANALI ISHINI LOYIHALASH

D.X.Tojimatov,
TATU Fargʻona filiali katta oʻqituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqola amaliy ahamiyatga ega boʻlib, maqolada cisco packet tracer yordamida hususiy korxonalar uchun maxsus himoyalangan tarmoq kanali ishi loyihalash bosqichma bosqich koʻrsatib oʻtilgan. Hususiy korxonalar va ularni hududiy filiallarini maxsus himoyalangan kanal orqali maʼlumotlar uzatishni taʼminlash maqsadida mahsus tarmoq qurishda foydalaniladigan qurilmalar va ularni xavfsizlik parametrlarini sozlash batafsil tushuntirib oʻtilgan. Natijada amaliy ahamiyatga ega mahsus tarmoq loyihasi bajarilishiga erishilgan.

Kalit soʻzlar: cisco packet tracer, kanal, Lan, UTP, MAN, ASA, server, router, switch, Host.

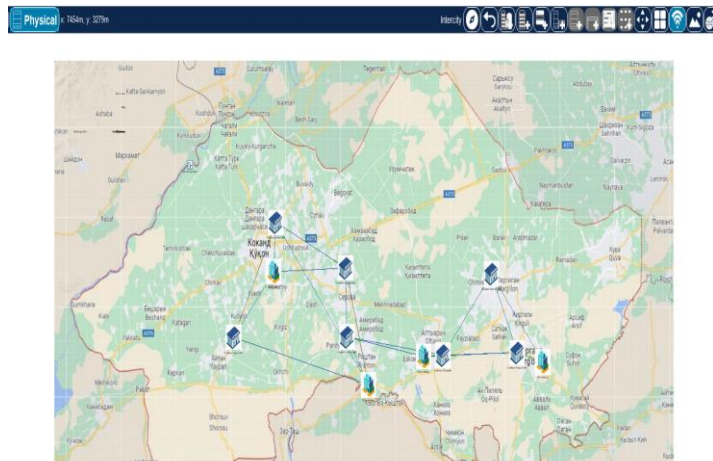
Kirish. Ushbu boʻlimda tadqiqot natijalariga koʻra Cisco Packet Tracer simulatori yordamida hususiy korxona bosh ofisi ham ularni hududiy filiallari oʻrtasida kompyuter tarmoqlari yordamida maxsus aloqa kanalini yaratish loyihasi taqdim etilgan. Buning uchun bizga Cisco Packet Tracer dasturini 8.2.1 versiyani kompyuterimizga oʻrnatish talab etiladi. Loyihani amalga oshirishda reallikga urgʻu bergan holda Fargʻona viloyatida Oltiariq tumani "Taraqqiyot omad eksport" MCHJ korxonasi uchun Oltiariq tumani bosh ofisi, Fargʻona shahar, Rishton tumani, Qoʻqon shahar, hududiy filiallari oʻrtasida oʻzaro malumot almashish uchun maxsus kanali loyihasini ishlab chiqish maqsad qilib olingan. Oraliq tarmoqlardan foydalanishda "Oʻzbektelekom" AK ATClaridan foydalanilgan.

Maxsus kanal hosil qilishda Mesh topologiyasidan foydalangan holda MAN tarmogʻi va ichki LAN tarmogʻi qurishda chiziqli, yulduz topologiyalaridan foydalanamiz. Umumiy tarmogʻda Routerlar, ASA firewall, switchlar, server kompyuterlar, shaxsiy kompyuterlar, WiFi routerlar kabi qurilmalardan hamda serial koaksial, UTP kabellaridan foydalanilgan.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Maqolani yozishda Mulayam Singh. CISCO PACKET TRACER LABS kitobidagi laboratoriya ishlaridan, Наполова Е.И. Кожевников С.В. Защита компьютерных сетей на основе технологии virtual private network mavzusidagi va D.Tojimatovning "Kiberxavfsizlik: tahdilar, muammolar, yechimlar" mavzusidagi hamda D.Tojimatovning "Use of Artificial Intelligence

Opportunities for Early Detection of Threats to Information Systems" mavzusidagi maqolalari oʻrganib chiqilib, tahlil qilingan. Yuqorida nomi keltirilgan tadqiqotchilarning ilmiy maqolalaridan foydalanib iqtiboslar keltirilgan.

Natijalar. Kompyuterimizda Cisco Packet Tracer dasturini ishga tushiramiz va loyiha tushunarli boʻlishi uchun hudud, kompaniya, ATC fizik hususiyatlarini 1-rasmdagi koʻrinishdagidek holatga keltiramiz.



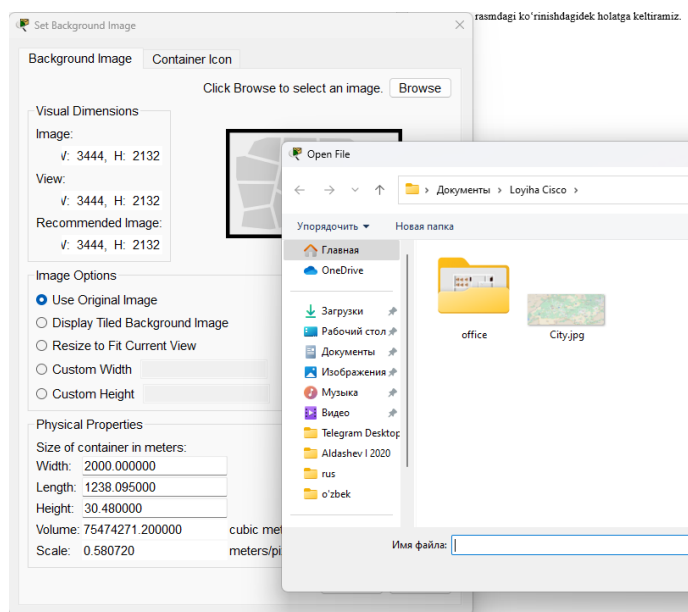
1-rasm. "Taraqqiyot omad eksport" MCHJ korxonasi hududiy binolarini Cisco Packet Tracer dasturining fizik qismida tarmoq orqali bogʻlanishi.

Bunday koʻrinishga keltirishda google mapsdan Fargʻona viloyatini kartasini rasmini qirqib kompyuter xotirasiga saqlab olamiz, Cisco Packet Tracer uskunalar qatoridan "Create New City" boʻlimidan yangi shahar kartasini yaratib olamiz. Hamda kartani

tanlagan holda "Set Background Image" bo'limini "Browse" qismidan xotiradagi Farg'ona viloyati kartasini yuklab qo'yamiz.

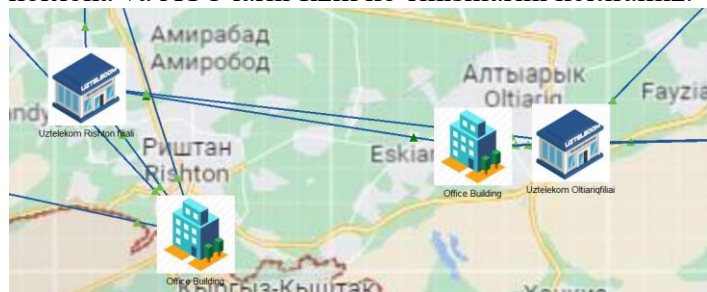


2-rasm. Cisco Packet Tracer dasturida alohida shahar kartasini qo'shish uchun uskunalar panelida "Create New City" bo'limini tanlash tugmasi.



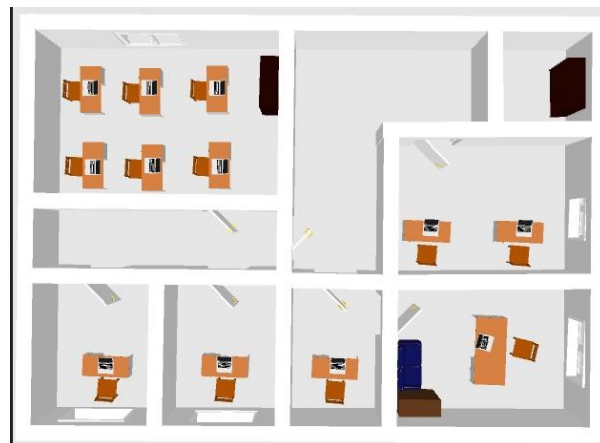
3-rasm. "Create New City" bo'limidan shahar kartasini qo'shish jarayoni.

Huddi shu amallarni "Create New Building" bo'limi yordamida yangi binolarni yaratgan holda korxona va ATC larni fizik ko'rinishlarini keltiramiz.



4-rasm. "Create New Building" bo'limi orqali korxona binolarini qo'shish jarayoni.

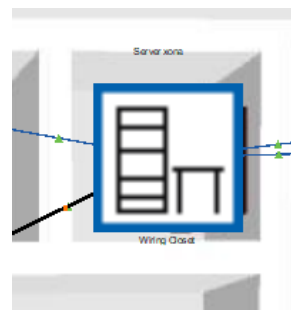
Endi korxonamizning ichki xonalari va tarmoq qurilmalari joylashuvini fizik ko'rinishlarini rasmda ko'rsatilganidek tayyorlab olamiz.



5-rasm. Korxona ichki tuzilmasini ko'rinishi.

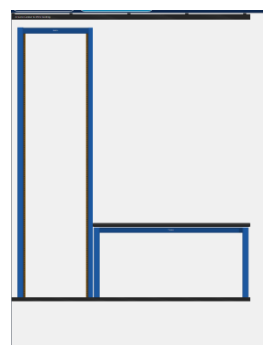
Buning uchun bino ko'rinishidagi raimni ichiga "Create New Building" orqali xona sxemasi rasmini yuklab olamiz.

Tarmog'imizni fizik ko'rinishini yaratib olgandan so'ng, server xona uchun "Create New Closet" uskunasi orqali server xonani ishchi shkafi va stolini serverxona sifatida keltirilgan xonamizga joylashtiramiz.



6-rasm. "Create New Closet" bo'limi orqali serverxona qo'shish.

Rasm ustiga sichqonchani o'ng tugmasini bosganimizda qurilmalarni joylash uchun shkaf va stolni ko'rishimiz mumkun.

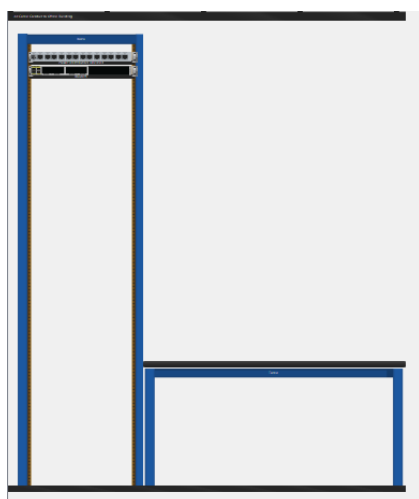


7-rasm. Serverxona uchun server shkafi va stolini ko'rinishi.

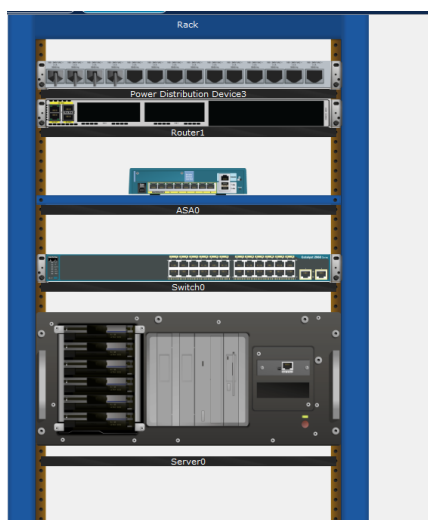
Server shkaf uchun Cisco Packet Tracerni qurilmalar bo'limidan tarmoq uchun kerakli qurilmalarni tanlab olamiz. Bizga server xona uchun Router, Server kompyuter, ASA firewall, Switch va administrator uchun kompyuter kerak bo'ladi. Kerak qurilmalarni tanlab kerakli joylarga o'rnatamiz.



8-rasm. Serverxona uchun tarmoq qurilmalarini tanlab qo'yish jarayoni.



9-rasm. Server shkafiga router shlyuzni o'rnatgandagi holat.

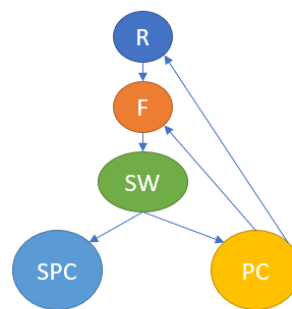


10-rasm. Server shkafiga router, firewall, switch, server qurilmalarni o'rnatgandagi holat



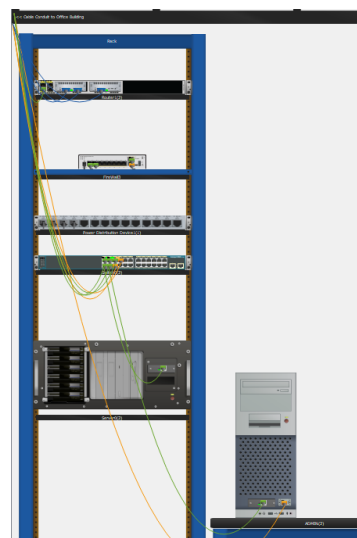
11-rasm. Server stoliga kompyuter o'rnatgandagi holat.

Qurilmalar tanlab olingandan keyin UTP kabeli (Coper Straight-Through) yordamida qulimalarni bir biriga quyidagi rasmda keltirilgan model yordamida ulaymiz.



R=Router, F=Firewall, SW=Switch, SPC=Server, PC=Shaxsiy kompyuter

12-rasm. Serverxona tarmoq qurilmalarini kabel orqali bir-biriga ulanish modeli.



13-rasm. Serverxona qurilmalarini to'liq ishchi holatga keltirilgandagi ko'rinish.

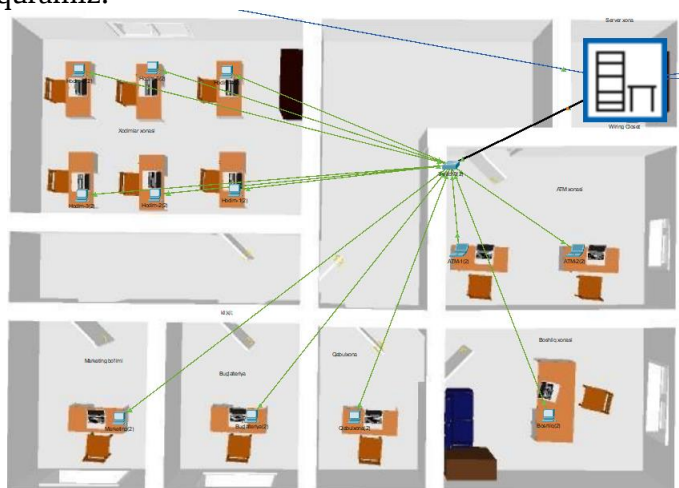
Server xonani qurilmalarini ulab olgandan so'ng, korxonani ishchi xonalarini tarmoqqa ulaymiz. Buning

uchun "Orqaga" strelkasi yordamida server xonadan asosiy xonalar ko'rsatilgan sxemaga qaytib olamiz.



14-rasm. Cisco Packet Tracerni uskunalar qatorida Closset, Building, City bo'limlaridan chiqish tugmasi.

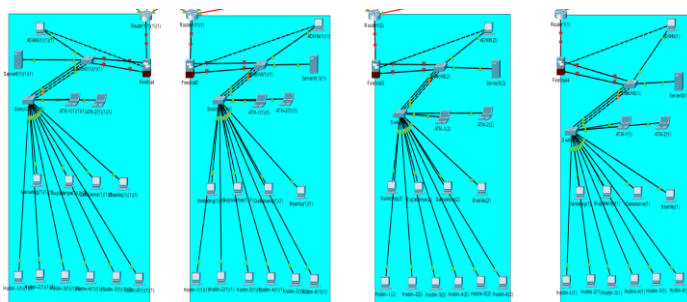
Xonalarni ATM (Axborot texnologiyalar markazi) ikkita ishchi kompyuter va switch qurilmasi, boshliq xonasi boshliq kompyuteri, qabulxona 1 ta kompyuter, bug'alteriya 1 ta kompyuter, marketing 1 ta kompyuter, hodimlar bo'limi 6 ta kompyuter joylab tarmoqni rasmda ko'rsatilgandek topologiya asosida quramiz.



14-rasm. Korxona qurilmalarini Lan tarmog'i orqali ulangandagi holat.

Bizni bitta korxona binosi uchun LAN tarmog'imiz tayyor bo'ldi. Endi huddi shunday ko'rinishdagi tarmoqni korxona filiallari uchun xam yaratib olamiz.

Cisco Packet Tracerni Logical (mantiqiy) rejimida biz qurgan tarmoq quydagicha ko'rinishga ega bo'ladi.



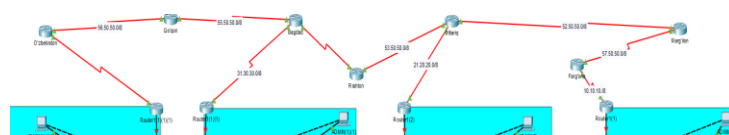
15-rasm. Korxona binolari uchun qurilgan Lan tarmoqlarni Cisco Packet Tracerda mantiqiy ko'rinishi.

Yaratilgan LAN tarmog'larni oraliq ATClar yordamida bir biriga bo'g'lash uchun xar bir ATCga bitatan Router qurilmasini o'rnatib olamiz. Bizni loyihada Far'ona shahar, Marg'ilon shahar, Oltiariq tumani, Rishton tumani, Bog'dod tumani, Qo'qon shahar, O'zbekiston tumanida joylashgan "O'zbektelekom" AK ning 7 ta ATC misol sifatida ko'rsatilgan.



15-rasm. "O'zbektelekom" AKni hududiy filiallarini tasvirlab beruvchi belgi va tarmoqni marshrutizatsiya qilish uchun tashqi oraliq qurilmasi.

Avvaliga korxona routerlarini o'ziga yaqin joylashgan ATC routerlariga Gigabite Ethernet kanali orqali bog'laymiz. So'ngra ATClarni bir-biriga ulaymiz. Routerlarni mantiqiy bog'lanishini rasmda ko'rsatilgan holatga keltiramiz.



16-rasm. Tashqi tarmoq marshrutizatorlarini bir-biriga ulanish sxemasi.

Oraliq tashqi tarmoq routerlariga RIP (Routing Information Protocol) protokoli yordamida marshrutizatsiya rejimini sozlab qo'yamiz. Buning uchun routerni barcha ulangan portlariga alohida ip manzillar berib chiqish va portlarni yoqish hamda turli ip manzillarga ega portlarda paketlar marshrutizatsiya bo'lishi uchun RIP buyrug'larini kiritishtalab qilinadi.

Buning uchun xar bir routerni CLI (Command Line) bo'limiga o'ziga beriladigan ip manzilni tanib olgan holda quydagicha buyruqlarni berib chiqamiz.

```
Router>
Router>en
Router#conf t
```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

```
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0/0
Router(config-if)#ip address 11.10.10.1 255.0.0.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface
GigabitEthernet0/0/0, changed state to up
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0/1
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1
255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface
GigabitEthernet0/0/1, changed state to up
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.0.0.0
Router(config-router)#network 10.0.0.0
Router(config-router)#exit
```

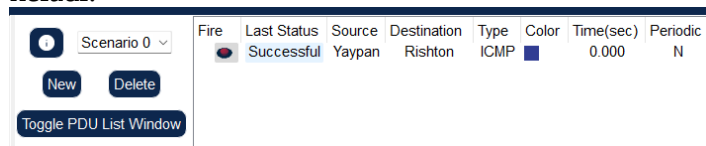
Yuqorida keltirilgan sozlama buyruqlari xar bir ichki va tashqi routerlarga o'ziga tegishli o'zgaruvchi ip manzillar kiritgan holda kiritiladi.

Barcha routerlarni sozlab bo'lgach ularda axborot ketishini tekshiramiz. Buning uchun Cisco Packet Tracerni taxrirlash uskunalaridan "Add Simple PDU" konvertini tanlaymiz va bir routerdan boshqasiga paket jo'natib ko'ramiz.



17-rasm. Cisco Packet Tracerda uskunalar qatorida paket jo'natib tekshirish belgisi.

Agar marshrutizatsiya sozlamalari to'g'ri sozlangan bo'lsa hodisalar bo'limida "Successful" yozuvi paydo bo'ladi. Xato bo'lgan taqdirda "Failed" yozuvi chiqib paket qurilmalar orasida ketmaydi. Bunda sozlamalarni qayta ko'rib chiqishga to'g'ri keladi.



18-rasm. Qurilmalar o'rtasida tarmoq orqali paketlarni jo'natish va qabul qilish to'g'ri amalga oshirilganlik yozuvi.

Barcha jarayonlar to'g'ri bajarilsa korxona va uning filiallarida ochiq kanal orqali ma'lumot almashish mumkin bo'ladi.

Endi bu yaratilgan ochiq kanalni VLAN va VPN texnologiyalari yordamida maxsus kanalgga aylantirib olamiz.

Muhokama. Birinchi navbatda tashkil etilgan korxona tarmog'ining ichki tarmog'iga ichki axborotlarni sizib chiqishidan himoyalash uchun korxona tuzilmasidan kelib chiqib Vlan texnologiyasi asosida maxsus kanallar hosil qilib olamiz.

Bizni holatda korxona tarkibi "Server xona", "ATM bo'limi", "Boshliq xonasi", "Qabulxona", "Bug'alteriya", "Marketing bo'limi", "Hodimlar xonasi" dan iborat.

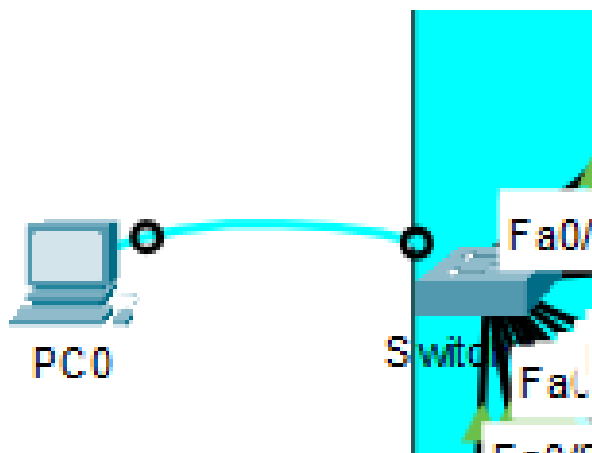
Korxona uchun quyidagi ko'rinishda va nomlar bilan alohida ajratilgan maxsus kanal hosil qilishni tavsiya etamiz.

- Administrator kanali;
- Boshqaruvchilar kanali;
- Hodimlar kanali.

Administratorlar kanali bog'lanuvchilari tarmoqda to'liq boshqaruv huquqi bo'lganligi bois server xona va ATM bo'limini kompyuterlariga barcha qurilmalarga ulanish huquqini beramiz. Boshqaruv kanaliga boshliq xonasi, bug'alteriya, marketing bo'limini bog'laymiz va boshliq uchun bu kanaldan tashqari boshqa kanallar bilan ham bog'lanish huquqini beramiz. Hodimlar kanaliga qabulxona va hodimlar bo'limidagi kompyuterlarni bog'laymiz. Bularni barchasini markaziy boshqariladigan SWITCH qurilmasida amalga oshiramiz. SWITCH orqali yuqorida nomi keltirilgan kanallarni hosil qilib, ulangan portlarni statusiga qarab kanallarga birlashtirib chiqamiz.

Bu SWITCH qurilmasiga quyidagi ketma-ketlikda buyruqlarni kiritish orqali amalga oshiriladi.

1. Telnet yoki SSH protokoli yoki SWITCHni konsol portiga admin kompyuterini ulagan holda CLI oynasida SWITCHni Configurationsiga (sozlamalari) kirib olamiz. Agar masofadan bog'lanish uchun telnet yoqilgan bo'lmasa avvaliga konsol port orqali ulanib telnetni yoqib olish tavsiya etiladi.



19-rasm. Konsol kabel orqali kompyuterni RS-232 portini switchni konsol portiga ulash.

Telnetni yoqish uchun kompyuterni terminalidan -rasmida keltirilgandek buyruqlar kiritiladi.

```
Switch>
Switch>
Switch>en
Password:
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#enable pas
Switch(config)#enable password 12345
Switch(config)#int vlan 1
Switch(config-if)#ip add 192.168.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#line vty 15
Switch(config-line)#password 12345
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#exit
Switch(config)#
```

20-rasm. Terminal orqali SWITCH qurilmasida telnetni yoqish uchun sozlash.

Telnet sozlangandan so'ng admin kompyuterini CMD oynasidan telnet 192.168.1.1 orqali SWITCH konfugratsiya bo'limiga kirish mumkin.

Vlan kanallar hosil qilish uchun -rasmida keltirilgan buyruqlarni kiritish kerak bo'ladi.

```
Switch(config)#vlan 2
Switch(config-vlan)#name Administrator
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 3
Switch(config-vlan)#name Boshqaruv
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 4
Switch(config-vlan)#name Hodimlar
Switch(config-vlan)#
```

21-rasm. SWITCHda Vlan kanallar hosil qilish. Vlan raqami va nomi kiritiladi.

Hosil qilingan kanallarga SWITCHni ulangan kompyuterlar portiga biriktirib chiqamiz.

```
Switch(config)#interface range fastEthernet 0/1-2
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 2
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#
```

22-rasm. SWITCH portlarini tashkil etilgan Vlan kanallarga biriktirish buyrug'i.

Qolgan bo'limlarga ulangan portlarni ham shu tartibda o'zlariga tegishli hosil qilingan Vlan kanallarga biriktirib chiqamiz.

Shunda quyi darajadagi kanlga bog'langan kompyuterlar boshqa darajadagi kanallarda axborot almashinuvi cheklanadi. Faqat yuqori darajadagi kanalga ulangan kompyuterlar (administrator kanali) barcha darajadagi portlarga TRUNK rejimi orqali ulangani bois aloqa o'rnatishi mumkin bo'ladi.

			Giğ0/2
2	Administrator	active	Fa0/1, Fa0/2
3	Boshqaruv	active	Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6
4	Hodimlar	active	Fa0/7
			Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11

23-rasm. Vlan kanallarga bog'langa portlar tavsifi.

Yuqoridagi amallar orqali oddiy usulda ichki tarmoq uchun 3 ta mantiqiy jixatdan quyi, o'rta, yuqori darajalar uchun maxsus kanallar qurib chiqildi.

Endi korxonaning bosh offisi va hududiy filiallari orasida tashqi tarmoqda VPN orqali maxsus kanal hosil qilishni ko'rib chiqamiz.

Buning uchun korxonaning barcha binolarida joylashgan oraliq shlyuz routerlariga host-to-host VPN sozlamalarini sozlab chiqish talab etiladi.

Asosiy sozlamalarda paketlarni shifrlash va deshifrlash uchun umumiy kalit, tarmoqni tunellash uchun karta (map), kalitlarni solishtirish uchun xeshlash algoritmlaridan foydalaniladi.

Shlyuz routerga SWITCH konfugratsiyasiga ulanimiz kabi Telnet, SSH yoki konsol port orqali bog'lanamiz va quyidagicha buyruqlarni kiritamiz.

Korxonaning 1 binosi shlyuz routeriga kiritiladigan buyruqlar.

```
Router>enable
Router#conf t
Router(config)#int g 0/0/0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config)#int fa 0/1
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.0.0.0
Router(config-if)#ip nat outside
```

```
Router(config-if)#exit
Router(config)#ip access-list extended for-nat
Router(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.2.0
0.0.0.255 192.168.3.0 0.0.0.255
Router(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.2.0
0.0.0.255 any
Router(config-ext-nacl)#exit
Router(config)#ip nat inside source list for-nat int fa
0/1 overload
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 1.1.1.2
Router(config)#ip dhcp pool vl2
Router(dhcp-config)#network 192.168.2.0
255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.2.1
Router(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#crypto isakmp policy 1
Router(config-isakmp)#encryption aes
Router(config-isakmp)#hash md5
Router(config-isakmp)#authentication pre-share
Router(config-isakmp)#group 2
Router(config)#crypto isakmp key 123 address
20.20.20.1
Router(config)#crypto ipsec transform-set ts esp-aes
esp-md5-hmac
Router(config)#ip access-list extended for-vpn
Router(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.2.0
0.0.0.255 192.168.3.0 0.0.0.255
Router(config-ext-nacl)#exit
Router(config)#crypto map Taraqqiyot 10 ipsec-
isakmp
Router(config-crypto-map)#match address for-vpn
Router(config-crypto-map)#set peer 20.20.20.1
Router(config-crypto-map)#set transform-set ts
Router(config-crypto-map)#exit
Router(config)#int fa 0/1
Router(config-if)#crypto map Taraqqiyot
*Jan 3 07:16:26.785: %CRYPTO-6-
ISAKMP_ON_OFF: ISAKMP is ON
Router(config-if)#exit (VPN qurish jarayoni)
```

Korxonaning 2 binosi shlyuz routeriga kiritiladigan buyruqlar.

```
Router>enable
Router#conf t
Router(config)#int fa 0/0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip nat inside
Router(config-if)#ip address 192.168.3.1
255.255.255.0
```

```
Router(config-if)#exit
Router(config)#int fa 0/1
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
Router(config-if)#ip nat outside
Router(config-if)#exit
Router(config)#ip access-list extended for-nat
Router(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.3.0
0.0.0.255 192.168.2.0 0.0.0.255
Router(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.3.0
0.0.0.255 any
Router(config-ext-nacl)#exit
Router(config)#ip nat inside source list for-nat int fa
0/1 overload
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 2.2.2.2
Router(config)#ip dhcp pool vl3
Router(dhcp-config)#network 192.168.3.0
255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.3.1
Router(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#crypto isakmp policy 1
Router(config-isakmp)#encryption aes
Router(config-isakmp)#hash md5
Router(config-isakmp)#authentication pre-share
Router(config-isakmp)#group 2
Router(config-isakmp)#exit
Router(config)#crypto isakmp key 123 address 1.1.1.1
Router(config)#crypto ipsec transform-set ts esp-aes
esp-md5-hmac
Router(config)#ip access-list extended for-vpn
Router(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.3.0
0.0.0.255 192.168.2.0 0.0.0.255
Router(config-ext-nacl)#exit
Router(config)#crypto map Taraqqiyot 10 ipsec-
isakmp
Router(config-crypto-map)#match address for-vpn
Router(config-crypto-map)#set peer 1.1.1.1
Router(config-crypto-map)#set transform-set ts
Router(config-crypto-map)#exit
Router(config)#int fa 0/1
Router(config-if)#crypto Taraqqiyot
*Jan 3 07:16:26.785: %CRYPTO-6-
ISAKMP_ON_OFF: ISAKMP is ON
Router(config-if)#exit
```

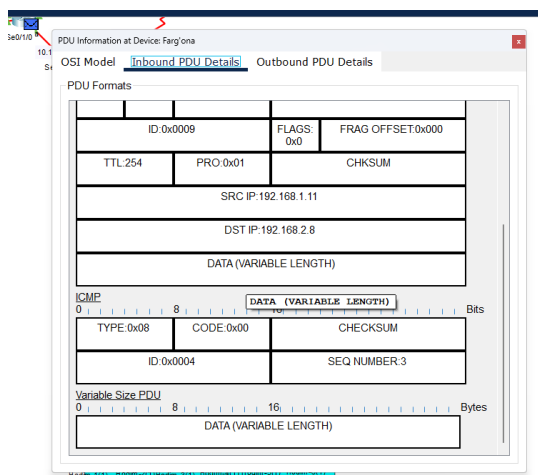
Buyruqlar shu tartibda uchunchi va to‘rtinchi binolariga ham kiritiladi. Bu yerda paketlarni shifrlash va deshifrlash kaliti 123 berilib AES shifrlash algoritmidan, shifrlangan axborotlarni butunligini

tekshirish uchun md5 xeshlash algoritmidan, ichki IP manzillarni yashirish uchun Nat texnologiyalaridan foydalanilgan. Tarmoqlarni karta orqali tanib olishda esa "Taraqqiyot" so'zi identifikator sifatida kiritilgan.

Quyida ochiq kanal va maxsus kanal orqali uzatiladigan axborotlarni tutib olingandagi holatini tahlil qilib chiqamiz.

Ochiq kanalda jo'natilgan packetlar shifrlanmaydi, IP manzillari yashirilmaydi, jo'natmalar TSP/IP tamoillariga ko'ra manzillarga jo'natiladi (bunda aynan qabul qiluvchini MAC manzili va IP manzili buzg'unchi tomonidan o'zlashtirilganda packet buzg'unchiga jo'natilishi mumkin), packet butunligi tekshirilmaydi (bunda o'rtadagi odam packetni qaysidir qismini o'zgartirib yoki yo'q qilib qayta yo'naltirishi mumkin).

Maxsus kanalda jo'natilgan packetlar shifrlanadi, ichki ip manzillar o'zgartiriladi, packet butunligi xeshlash orqali tekshiriladi, packet o'z kartasi bo'yicha qabul qiluvchiga to'g'ri yo'naltiriladi.



24-rasm. Packetlarni ochiq kanalda oraliq qurilmalar orqali tutib ochilgandagi VPNsiz himoyalangan ma'lumotlarning ko'rinishi.

Xulosa. Yuqorida berilgan loyiha ma'lumotlari asosida hususiy korxonalar va ularning hududiy filiallari uchun xavfsiz ma'lumot almashishga asoslangan mahsus tarmoq qurish mumkin. Mahsus tarmoqning avzalliklari sifatida birinchi navbatda o'rtadagi odam hujumi, DDos hujumi, tarmoq uzulish xatoliklari kabi xavf-xatarlarini ko'rsatishimiz mumkin. Ishning amaliy yangiligi sifatida mesh texnologiyasi, stp protokoli, vpn texnologiyalarini birgalikda qo'llash avzalliklarini keltirishimiz mumkin. Berilgan loyihani model sifatida har qanday korxona va tashkilotlarda qo'llash va natijaga erishish

real tarmoqqa qo'llagan holda tekshirib ko'rilgan va ijobiy xulosa olingan.

Adabiyotlar ro'yxati

[1]. Mulayam Singh. CISCO PACKET TRACER LABS/ BookRix, 2019.

[2]. Наполова Е.И. Кожевников С.В. Защита компьютерных сетей на основе технологии virtual private network/ Экономика и качество систем связи. 2018

[3]. Dostonbek T., Jamshid M. Use of Artificial Intelligence Opportunities for Early Detection of Threats to Information Systems //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2023. – T. 4. – №. 4. – С. 93-98.

[4]. MIRZAYEV J. B., TOJIMATOV D. H. O. G. L. I. KIBERXAVFSIZLIKNI TA'MINLASH, KIBERHUJUMLARNI OLDINI OLIH BO'YICHA DAVLAT SIYOSATI YURITILISHI //ИНТЕРНАУКА Учредители: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука". – С. 36-37.

[5]. Tojimatov D. X. Kiberxavfsizlik: tahdilar, muammolar, yechimlar,“ //Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va telekommunikatsiyalari sohasida zamonaviy muammolar va yechimlar” Respublika Ilmiy-texnik anjumani TATU Farg'ona filiali. – 2022.

[6]. Tojimatov D. u KIBER TAHIDDLARNI BASHORAT QILISH VA XAVF-XATARLARDAN HIMOYALANISHDA SUN'IY INTELEKT IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH: DX Tojimatov. Katta o'qituvchi, TATU Farg'ona filiali //Потомки Аль-Фаргани. – 2023. – T. 1. – №. 2. – С. 41-44.

МАТРИЧНЫЙ ФОТОПРИЁМНИК ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛЕЙКОЗА

д.м.н. Махмудова Азиза Жумановна,
заместитель директора по научной части
Республиканского специализированного
гематологического научно-практического
медицинского центра

Тошпулатов Шерали Мухамадалиевич,
ассистент ТУИТ Ферганского филиала
им.Мухаммада ал-Хоразмий.

Тошпулатова Феруза Мамадалиевна,
детский гематолог, заведующий отделения
гематологии Многопрофильный детский
областного больница Ферганского области

Аннотация: В данной статье рассматривается разработка матричного фотоприемника на инфракрасное излучение для измерения лейкоза. Использование инфракрасного излучения позволяет получать не инвазивные данные о заболевании, что облегчает процесс диагностики и мониторинга. Описываются методы, основные принципы работы приемника, его конструктивные особенности и преимущества перед альтернативными методами. Также обсуждаются возможности дальнейшей оптимизации работы фотоприемника и перспективы его использования в медицинской практике.

Ключевые слова: матричный фотоприемник, инфракрасное излучение, лейкоз, не инвазивная диагностика, мониторинг заболеваний.

Введение. Лейкоз - это рак крови, при котором клетки опухоли развиваются в костном мозге и других частях тела, где происходит формирование крови. Лейкоз является одним из наиболее распространенных видов рака в детском возрасте, считается, что вокруг 25% случаев детского рака - это лейкоз. Лейкоз может привести к серьезным осложнениям, таким как анемия, инфекции, кровотечения и даже смерть. Несмотря на серьезность болезни, лейкоз можно успешно лечить, если он выявляется и диагностируется на ранней стадии. Одним из методов диагностики лейкоза является анализ крови, особенно через измерение количества различных типов клеток крови, таких как белые кровяные клетки, красные кровяные клетки и тромбоциты.

Матричный фотоприёмник на инфракрасного излучение, который позволяет

измерять количество клеток крови определенного типа, что может помочь в диагностике лейкоза. Матричный фотоприемник на базе инфракрасного излучения и бионанотехнологии разработан для улучшения диагностики лейкемии ScienceDirect, Singh et al. (2022) [1]. Он использует светосильные материалы, чувствительные к последовательности нуклеотидов ДНК определенного типа. Это позволяет определить количественное содержание конкретного вида клеток крови, покрытого этой последовательностью ДНК, в определенной области крови. Применение матричный спектральный анализ (МСА) для анализа экспрессии генов позволяет определить корреляции между генами и выявить гены с наибольшим значением в диагностике лейкоза. Также МСА может помочь разработать новые методы лечения лейкоза, благодаря которым

можно улучшить результаты терапии и увеличить шансы на выживание пациентов.

Литературный обзор. Матричный фотоприёмник инфракрасного излучения - это технология, предназначенная для обнаружения и измерения инфракрасного излучения с целью идентификации и диагностики. Лейкоз относится к группе онкологических заболеваний, которые затрагивают кроветворную систему и приводят к неправильному функционированию клеточных элементов. Матричные фотоприёмники инфракрасного излучения обладают способностью улавливать инфракрасное излучение, которое испускается или отражается от объекта, и преобразовывать его в электрический сигнал [2]. Этот сигнал затем анализируется и используется для определения наличия или отсутствия патологических изменений, связанных с лейкозом. Использование матричных фотоприёмников инфракрасного излучения в медицинской диагностике позволяет оперативно обнаруживать изменения в клетках крови, связанные с развитием лейкоза. Они могут быть включены в специализированные медицинские системы, которые используются для скрининга и мониторинга пациентов, а также для разработки индивидуальных стратегий лечения.

Инфракрасное излучение, которое относится к длинноволновому электромагнитному спектру, может оказывать различное влияние на организм человека. Имеет некоторые основные аспекты: 1. Тепловое воздействие: Инфракрасное излучение имеет способность нагревать ткани и органы организма. В зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, это может вызывать различные реакции, от незначительного комфортного ощущения до ожогов. 2. Проникновение: Инфракрасное излучение может проникать внутрь тканей и органов, и в зависимости от его вида (ближнее, среднее или дальнее инфракрасное излучение), его проникновение может варьироваться. Это может использоваться в медицинских техниках, как например в лазерной терапии. 3. Воздействие на

кровообращение: Инфракрасное излучение может повлиять на расширение кровеносных сосудов и увеличение кровообращения в определенных участках тела. Это свойство может использоваться для лечения некоторых состояний, таких как мышечные боли или спазмы. 4. Применение в медицине: Инфракрасное излучение широко используется в медицине. Например, в физиотерапии для облегчения боли, стимуляции заживления ран или расслабления мышц. Также используется в некоторых формах образования изображения, таких как инфракрасная термография. Воздействие инфракрасного излучения на организм требует контроля и соблюдения безопасных уровней интенсивности и продолжительности воздействия.

Бионанотехнология - это научная область, которая сочетает в себе биологию и нанотехнологию для создания новых и улучшенных материалов, устройств и систем. Использование бионанотехнологии в производстве матричных фотоприёмников на кремниевой основе предлагает возможность создания более тонких и точных приемников изображения. Матричные фотоприёмники на кремниевой основе являются ключевыми компонентами в цифровых камерах, сканерах и других оптических устройствах. Традиционно, такие приемники имеют пиксели с шириной порядка нескольких десятков микрометров. Матричные фотоприёмники с гораздо более маленькими пикселями, примерно 5 мкм в ширину в использование бионанотехнологии позволяет изготавливать матричный фотоприёмник, что обеспечивает приемниками с высоким разрешением. Пиксели с таким маленьким размером обеспечивают более высокое разрешение и детализацию изображения. Это важно для получения более четкой и качественной картинки. Более тонкие приемники также позволяют улучшить эффективность получения света и увеличить чувствительность фотоприёмников[3]. Такое разрешение позволяет точно измерять количественное содержание клеток крови в небольших областях крови, что в свою

очередь позволяет повысить точность диагностики лейкемии.



Рис 1. Матричный фотоприёмник инфракрасного излучения

Фотоприемник использует технологию фототранзисторов, которые обеспечивают высокую чувствительность к свету. Одним из преимуществ фототранзисторов является то, что они могут быть миниатюризированы, без ущерба для их чувствительности. Фототранзисторы могут быть созданы на базе кремния, что также увеличивает их чувствительность [4]. Схема работы фотоприемника основана на двух эффектах: изменение интенсивности света, проходящего через кровь, а затем через внутреннее наполнение древесного слоя наночастиц, и изменение скорости электронов, которые соберутся в электродном канале через наночастицы. В результате, матричные фотоприемники, изготовленные с использованием бионанотехнологии на кремниевой основе, могут предоставить пользователю устройства с высоким разрешением, более точной передачей цветов и лучшим качеством изображения. Это может иметь важное значение в фотографии, медицинских исследованиях, научных областях и других приложениях, где точность и качество изображения играют важную роль.

В не инвазивный тесте которому во время исследования ДНК плода, выделенной из венозной крови матери [5]. Если у ребенка есть хромосомные

болезни, такие как синдром Дауна, синдром Эдвардса и другие, тест обязательно это покажет. Точность не инвазивного теста составляет 93-99%.

Из университета Торонто в Израиле найдено гена, вызывающий лейкоза. Ученые, доктор Лиран Шлуш, проводившие исследование лейкемии, обнаружили ген, который поможет определить вероятность возникновения заболевания. Исследователям удалось определить генетический маркер в человеческом организме, который, по их мнению, поможет предсказывать, у кого есть высокая вероятность заболеть лейкозом [6]. Также это открытие является важнейшим шагом в понимании механизма такой тяжелой формы заболевания, как острый миелоидный лейкоз. В рамках исследования ученые выделили признаки, связанные с мутацией конкретного гена, обозначаемого как DNMT3a. Исследователи доказали, что такая мутация появляется только у людей с высокими шансами на заболевание лейкемией. Результаты исследования представляют собой существенную теоретическую основу для разработки превентивных препаратов, нацеленных на лечение мутации и предотвращение развития болезни.

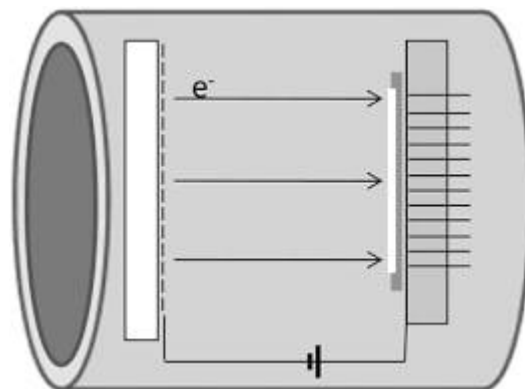


Рис 2. Схема матричного фотоприёмника инфракрасного излучения

Результаты: Эффективность матричного фотоприемника в диагностике лейкемии. В исследовании, опубликованном в журнале ScienceDirect, Singh et al. (2022) [1] рассматривали возможности использования матричного фотоприемника при диагностике лейкемии.

Исследование было проведено на 100 медленно растущих тканевых образцах в пациентах, которые испытывали симптомы лейкоза. В ходе исследования анализировалось количество клеток крови конкретного типа, которое было обнаружено в образцах крови при помощи матричного фотоприемника и стандартного микроскопа. Результаты исследования показали, что через диагностику через матричный фотоприёмник удалось выявить лейкемию у 98% пациентов. Было обнаружено, что использование матричного фотоприемника более эффективно, чем анализ крови через стандартный микроскоп, и что с помощью этого метода можно повысить точность диагностики на 10%. [7]

Матричный фотоприемник, также известный как CCD-матрица (charge-coupled device), является электронным устройством, используемым в цифровых камерах и других оптических приборах. Он обладает несколькими преимуществами по сравнению со стандартным микроскопом.

Матричные фотоприемники обеспечивают более высокую эффективность по сравнению со стандартными микроскопами, так как они способны собирать и регистрировать более широкий диапазон световых сигналов. Это позволяет получать более ясные и детализированные изображения. Матричные фотоприемники обрабатывают данные быстрее, чем стандартные микроскопы. Они имеют множество пикселей, каждый из которых может быть считан и обработан параллельно [6]. Это существенно сокращает время, затраченное на обработку и анализ полученных данных.

Таким образом, матричные фотоприемники обладают преимуществами в эффективности и скорости обработки данных по сравнению со стандартными микроскопами.[8] Однако, при выборе подходящего инструмента следует учитывать конкретные требования и задачи, которые необходимо выполнить. Кроме того, исследование показало, что матричный фотоприемник не только более эффективен, чем

стандартный микроскоп, но и занимает меньше времени на обработку данных.[9] Это позволяет врачам проводить более быструю диагностику их пациентов, что, в свою очередь, может повысить эффективность лечения и улучшить шансы пациентов с лейкемией.[10]

Заключение: Матричный фотоприемник на базе инфракрасного излучения и бионанотехнологии представляет собой новую технологию, которая позволяет повысить точность диагностики лейкемии и время обработки данных. Результаты исследования показали, что использование матричного фотоприемника может быть эффективным методом определения количественного содержания клеток крови определенного типа и может помочь врачам быстро выявить лейкемию и начать лечение пациентов раньше. Кроме того, использование матричного фотоприемника может улучшить качество жизни пациентов, уменьшить количество необходимых обследований и оптимизировать затраты на лечение лейкоза.

Литература:

1. Singh, B. N., Sharma, S., & Gupta, P. (2022). Infra-red based quantitative cell counting on a nano-bio API platform for leukemia patients. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 22(3), 2150022. DOI: 10.1142/S021951942150022X
2. Sharma, S., Singh, B. N., & Gupta, P. (2022). Design and simulation of a matrix photodetector cell for infrared radiation detection on a nano-bio photonic platform. *Journal of Biomedical Optics*, 27(3), 35007. DOI: 10.1117/1.JBO.27.3.035007.
3. Haibe-Kains, B., El-Hachem, N., Birkbak, N. J., Jin, A. C., Beck, A. H., Aerts, H. J., & Quackenbush, J. (2013). Inconsistency in large pharmacogenomic studies. *Nature*, 504(7480), 389.
4. Тошпулатов С.М. (2021). Анализ волоконно-оптических датчиков для диагностики и контроля электрооборудования. *ACADEMICIA: Международный*

*междисциплинарный исследовательский
журнал* , 11 (3), 858-863.

5. Райимжонов О., Тошпулатов С., Эргашева Г.
и Туланов Д. (2023). АНАЛИЗ
ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК ЖЕЛЕЗА
НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ Fe/GaAs.
*Международный журнал передовых научных
исследований* , 3 (01), 23–28.
6. Singh, A., & Tiwari, A. (2018). Leukemia
detection using infrared thermography.
International Journal of Engineering and
Technology, 7(4), 297-300.
7. 2. Kim, S. J., & Lee, S. Y. (2020). Design and
optimization of an infrared camera for non-
invasive leukemia diagnosis. Sensors, 20(11),
3041.
8. Meyrou, J., Perriard, Y., & Ryser, P. (2019).
Compact and low-cost IR camera for biomedical
imaging applications. Journal of Sensors and
Sensor Systems, 8(2), 225-236.
9. Diouf, A. , Diallo, M. , Doucouré, F. , Diallo, A. ,
Mbaye, M. , Niass, A. , Seck, C. , Diop, A. and
Diouf, A. (2018) Assessment of Five Years of
Endoscopic Activity in a Maternity Hospital in
the Suburbs of Dakar. Open Journal of Obstetrics
and Gynecology, 8, 293-299. doi:
10.4236/ojog.2018.84031
10. Hu, Xiaoyin, and Xin Liu. 2020. "An Efficient
Orthonormalization-Free Approach for Sparse
Dictionary Learning and Dual Principal
Component Pursuit" Sensors 20, no. 11: 3041.
<https://doi.org/10.3390/s20113041>

SO‘Z QO‘SHILMALARIDA VARIANTLILIK

**Polvonova Bashorat Mirobijonovna,
Farg‘ona davlat universiteti tadqiqotchisi**

Annotatsiya: Ushbu maqola tilshunoslikdagi so‘z qo‘shilmasi sintaktik birligining nomlanishi va unga oid variantlilik masalasiga bag‘ishlangan bo‘lib, unda so‘z qo‘shilmasi sintaktik birligining kelib chiqishi va ulardagi variantlilik hodisasi haqidagi qarashlar umumlashtiriladi. Hodisaga doir mavjud fikrlar tahlil qilinib lisoniy dalillar bilan izohlanadi.

Kalit so‘zlar: sintaktik konstruksiya, so‘z tizilmasi, variatsiya, invariant, variant, model, sinonimiya, leksik tarkib.

Kirish. Gap kishilarning bir-biriga fikr, axborot uzatishi uchun ishlatiladigan asosiy birlik bo‘lib, uning so‘z qo‘shilmasi hamda so‘z birikmasidan ajratib turuvchi asosiy belgisi peredikativ munosabatning ifodalanishidir. So‘z birikmasi va qo‘shilmasida ma’lum tushuncha ifodalansa, gaplarda fikr o‘z aksini topadi.

“Gap – sintaktik yaxlitlik, bu uning grammatik shakllanganligi, tarkibiy uzvlari bir butun holga kelganligi bilan izohlanadi [1-2]. Demak, gapda bir necha jihat birlashgan bo‘ladi. Birinchi jihat – gapning moddiy qobig‘i, bu uni tashkil qiluvchi so‘z va grammatik shakllar. Masalan, aksariyat gaplarda kesimlik ko‘rsatkichi bilan shakllangan atov birligi (kesimlik)ning bo‘lishi shart. Ikkinchi jihat – ana shu moddiy qobiqqa singdirilgan aqliy mahsul – fikr-axborot. Uchinchi jihat esa so‘zlovchining voqelikka munosabati, nutqiy vaziyati. Bu uch jihat nutqda uchlikni – sintaktika, semantika va pragmatika birligini tashkil etadi”.¹

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Ma’lumki, sintaktik birlik sifatida so‘z qo‘shilmasiga har hil ta’riflar berilgan. Dastlab so‘z qo‘shilmasi sintaktik birlik sifatida qayd etilmagan. Sintaktik birliklar faqat uchta : so‘z birikmasi, gap va qo‘shma gap deb tan olingan. Lekin A.A.Shaxmatov va V.V.Vinogradov tadqiqotlarida² bitta gap ichida teng bog‘langan so‘zlar va ajratilgan izoh bo‘laklarda

uchraydigan izohlovchi va izohlanuvchi birikuvi so‘z birikmasiga ham, gap konstruksiyasiga ham kiritilmaydi va alohida hodisalar ekanligi aytiladi. R.Sayfullayeva bunday bog‘lanishni, ya’ni gap ichidagi so‘zlar (bo‘laklar)ning o‘zaro teng birikishini so‘z *so‘z tizmasi* deb ataydi: “ So‘z tizmasi (*olma va anor*) teng huquqli a’zolaridan tashkil topadi. Ular o‘rtasida tobelik bo‘lmaydi. Shunga muvofiq, so‘zlar orasida bir-birini izohlash, to‘ldirish hodisasi ham yo‘q [2-5]. So‘z tizmasi tashkil etuvchilarining o‘rnini ham almashtirish mumkin: *anor va olma*. So‘z tizmasidagi a’zolar birgalikda boshqa so‘zga tobelanib, uni aniqlashi (*oq va qizil gullar*) yoki boshqa so‘z tomonidan izohlanib hokim so‘z bo‘lib kelishi mumkin (*shirin olma va anor*). Shuningdek, so‘z tizmasidagi har bir a’zo o‘ziga xos tobe uzvlarga ham ega bo‘lishi mumkin (*o‘qiyotgan bola va yozayotgan qiz*). So‘z tizmasi a’zolari teng bog‘lovchilar yordamida yoki bog‘lovchi vositalarsiz, faqat ohang yordamida bog‘lanishi mumkin: *bola, qiz* kabi. So‘z tizmasi a’zolari, asosan, bir so‘z turkumiga oid leksemalar voqelanishi bo‘ladi: *olma* (ot) va *anor* (ot) . Ba’zan ular turli turkumda ham bo‘ladi: Halim (ot) va men (*olmosh*)”³. A.Ahmedov esa bunday konstruksiyani “tenglanishli so‘z birikmasi” deb atasa ham, biz uni so‘z qo‘shilmasi deb nomladik. Chunki *birikish* so‘zi tilshunoslikda, ko‘pincha, tobe bog‘lanishni ifodalaydi, *qo‘shilma* so‘zi esa teng munosabatlarga

¹ Sayfullayeva R. va boshqalar. Hozirgi o‘zbek adabiy tili.O‘quv-qo‘llanma. T.:Fan va texnologiya.2009. 324-b.

² Qarang . A.A.Shaxmatov va V.V.Vinogradov.O‘zbek tilining mazmuniy sintaksisi.O‘z FA // “Fan” . 1992.8-b.

³ Sayfullayeva R. va boshqalar. Hozirgi o‘zbek adabiy tili.O‘quv-qo‘llanma. T.:Fan va texnologiya.2009.301-b.

ishora qiladi. "Bir mustaqil so'z boshqa mustaqil so'zni izohlaydigan bog'lanish tobe bog'lanish deyiladi. Bir mustaqil so'z boshqasiga ergashmay, izohlamay bog'lansa, teng bog'lanish deyiladi. So'zlarning teng bog'lanishi **so'z qo'shilmalarini** hosil qiladi: yoshlar va kelajak, otam bilan onam, oy hamda quyosh. Teng bog'lanishda tobe va hokim so'z bo'lmaydi, ikkala so'z ham teng huquqli bo'ladi"⁴.

Demak, so'z qo'shilmalari teng munosabatda bog'langan ikkita so'zdan tashkil topadi. U gapda, ko'pincha, uyushiq bo'laklar vazifasini bajaradi. Uyushiq bo'laklar ikki va undan ortiq birliklardan tarkib topsa-da, biz so'z qo'shilmasi sifatida faqat ikki tarkibli, ya'ni ikkita leksemaning teng aloqa bilan birikishini nazarda tutdik. So'z qo'shilmalari o'rtasidagi variantlilik bir xil mazmun-munosabat bildiruvchi bog'lovchilar yordamida yoki tenglik ohangi bilan hosil bo'ladi. Masalan biriktiruv bog'lovchilari doirasida:

Qizlar **va** yigitlar;
Qizlar **hamda** yigitlar;
Qizlar **bilan** yigitlar;
Qizlar-**u** yigitlar;
Ham qizlar, **ham** yigitlar.

Bu so'z qo'shilmalarida atash ma'no ifodalovchi komponentlar: 1-qizlar, 2-yigitlar o'zgarishsiz saqlanib qolib, faqat ularni teng munosabatda bog'lovchi yordamchi so'z va vositalargina o'zgargan. Zidlov bog'lovchilari ham o'zaro sinonim bo'lib, so'z qo'shilmagini bog'laganda quyidagi variantlilikni hosil qiladi.

Sersuv, **lekin** bemaza (shaftoli);
Sersuv, **ammo** bemaza (shaftoli);
Sersuv, **biroq** bemaza (shaftoli);
Sersuv-**u**, bemaza (shaftoli).

Natijalar. Berilgan so'z qo'shilmalarida mazmun bir-biriga juda yaqin, deyarli bir xil semantik strukturaga ega. Ularni faqat bog'lovchilar

sinonimiyasi farqlab turibdi. Bu variantlar qo'llanish chastotasi va stilistikasi bilan farqlanadi. Dastlabki uch bog'lovchi yozma nutqqa xos bo'lib, so'zlashuv nutqida juda kam qo'llanadi. Zidlov bog'lovchisi o'rnida kelgan yuklama (-u) esa og'zaki nutq uslubiga xos.

Ayruv bog'lovchilari bilan ham shunday variantlilikni kuzatish mumkin (Goh akam, goh otam; Ba'zan akam, ba'zan otam; Bir akam, bir otam), lekin inkor bog'lovchi yolg'iz **Na...**, **na..** birligidan iborat bo'lgani tufayli variantlilik hosil qilishi kuzatilmaydi. So'z qoshilmasi variantlari mavjud ekan, demak, ular uchun invariant ham mavjud bo'ladi. So'z qo'shilmada ikkita teng munosabatli komponentlar o'zaro teng bo'lgan aloqaga (biriktirish, zidlik, ayruv, inkor va teng ohang yordamida) kirishadi. Ularda leksema ikkita bo'lib, har biri **W** (**W** ingliz tilidagi word-so'zning bosh harfi bo'lib, xalqaro standart bo'yicha olindi) bilan belgilansa, so'z qo'shilmasi uchun **W=W** **so'z qo'shilmasi** invarianti amal qiladi. Masalan:

Olma va anor
Olma bilan anor
Olma ham anor
Olma-yu anor
Olma, anor

So'z qo'shilmada hech qanday tobe munosabat yo'q, shuningdek, predikat ham mavjud emas. Shuning uchun o'zaro teng bog'langan leksemalardan iborat. Lekin teng bog'lovchining mazmuniy munosabat turi almashganda **W=W** invariantining variantlari o'zaro sinonim bo'la olmaydi. Misol uchun:

1.	W	biriktiruv munosabati	W
Sersuv	va	mazali	
Sersuv	hamda	mazali	
Ham sersuv,	ham	mazali	
Sersuv	-u	mazali	

Bu birliklarda sersuvlik va mazalilik ma'nosini bildirgan so'zlar bir-birini to'ldirib, o'zaro teng aloqaga kirishgan.

⁴ M.Qodirov, H. Ne'matov, M. Abduraimova, R. Sayfullayeva, B. Mengliyev. Ona tili. Darslik. Toshkent. Cho'lpon. 2019.35-b

2.	W	zidlov munosabati	W
Sersuv		lekin bemaza	
Sersuv		ammo bemaza	
Sersuv		biroq bemaza	
Sersuv		-u bemaza	

Bu so'z qo'shilmalarida esa sersuvlik leksemasi bemazalikka zidlangan, ya'ni leksemalar antonimlik munosabatiga kirishgan. Bunda suvli bo'lgan mahsulot mazali (shirin) bo'lishi kerak edi, lekin bunday bo'lmadi, degan mazmun ifodalangani. Turli zidlov bog'lovchilar bilan bog'langan bu variantlar boshqa turdagi (masalan, birlashtiruv munosabatidagi) so'z qo'shilmalariga sinonim bo'lolmaydi.

3.	W	ayiruv munosabati	W
Goh mazali,		goh bemaza	
Dam mazali,		dam bemaza	
Ba'zan mazali,		ba'zan bemaza	
Bir mazali,		bir bemaza	
Yo mazali,		yo bemaza	

Ayiruv munosabati bilan bog'langan so'z qo'shilmalarda propozitsiyalarning navbatma-navbat aks etishi yoki ulardan birining aks etishi alohida xarakterga ega.

4.	W	inkor munosabati	W
Na mazali,		na bemaza	
Na achchiq,		na shirin	
Na ota,		na ona	
Na mazali,		na bemaza	

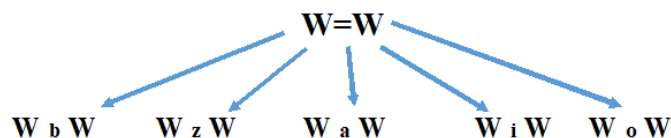
Ko'rinib turganidek, bunday qo'shilmalarda faqat bitta bog'lovchi Na., na... mavjud bo'lib, faqat so'z qo'shilmalar variant sifatida almashishi mumkin. Bu variantlar o'zaro sinonimlik munosabatiga kirisholmaydi.

5.	W	teng ohang	W
Ukam,		Alisher	
Ukamning –		Alisherning	

Ushbu paradigmadagi ukam va Alisher so'zlari teng munosabatli so'zlar bo'lsa, ukamning – Alisherning birlashtirishida izohlovchi va izohlanmish munosabati ifodalangan. So'zlarning bog'lanishida tobe ohang bo'lganidek, teng ohang (sanash ohangi) ham mavjuddir. Teng ohang bilan bog'langan so'z qo'shilmalari gap ichida uyushiq bo'lak vazifasini bajaradi va bu bog'lovchi vosita sanash ohangi ham

deb yuritiladi. Masalan: Bog'da olma, anor, nok bor. Bunda *olma, anor, nok* so'zlari o'zaro teng munosabat bilan bog'langan bo'lib, bog'lovchi vositasi teng (sanash) ohang hisoblanadi. Ular sintaktik birlik sifatida so'z qo'shilmasi, gap bo'lagi sifatida uyushiq bo'lak hisoblanadi. Shuningdek, gaplarda ajratilgan izoh bo'laklar ham ishtirok etadi. Bunday bo'laklarda izohlovchi va izohlanuvchi o'rtasida ham teng ohangli bog'lanish mavjud. Masalan, *Otdoshing – Farhod maktabni bitiray deb qoldi* gapida *Otdoshing – Farhod* so'zlari ajratilgan izoh bo'lak bo'lib, bunda *Otdoshing* izohlanuvchi *Farhod* so'zi esa izohlovchidir. Uyushiq bo'laklardagi teng ohang yozuvda faqat vergul bilan ifodalansa, ajratilgan izoh bo'laklarda vergul, tire yoki qavs ham ishtirok etadi. Masalan, *Soy bo'yidagi choyxonada, gavjum joyda, Azimjon uchradi* gapida vergul, *Ichki idrok amriga bo'ysunsang, katta inson bo'lasan, ikkinchi darajali (ko'z va quloq sezgilari) tuyg'ularga amal qilsang, mayda odamga aylanasan* gapida esa qavs ajratilgan izoh bo'laklar munosabatini yuzuvdagi ifodasidir. Bir qarashda izohlovchi (ajratilgan) bo'lak izohlanuvchi (ajratilayotgan) bo'lakka tobelangandek tuyiladi. Lekin ular o'rtasida hech qanday tobe vosita (ergashtiruvchi bog'lovchi yoki ohang) mavjud emas. Yozuvda ham ularning teng munosabati vergul, tire yoki ba'zida qavs bilan ifodalanadi. Demak, biz ajratilgan izoh bo'laklardagi izohlanuvchi va izohlovchi birliklarni teng munosabatli so'z qo'shilmalari desak bo'ladi [6-8].

Demak, so'z qo'shilmalar invarianti umumiy holda $W=W$ bo'lsa, bu sistema o'z ichida yana kichik sistemalar – invariantlarga bo'linadi. Buni quyidagi chizma orqali ko'rsatish mumkin.



Bunda $W=W$ barcha so'z qo'shilmalari uchun invariant;

$W b W$ birlashtiruv munosabatli so'z qo'shilmalari uchun invariant;

$W z W$ zidlov munosabatli so'z qo'shilmalari uchun invariant;

W a W ayiruv munosabatli so'z
qo'shilmalari uchun invariant;

W i W inkor munosabatli so'z
qo'shilmalari uchun invariant ;

W o W teng ohang bilan bog'langan so'z
qo'shilmalari uchun invariant hisoblanadi.

So'z qo'shilmasida leksik tarkib bir xil bo'lsa va mazmun – munosabati bir xil bo'lgan har xil shakldagi bo'glovchilar bilan bog'lansa, u variantlar o'zaro sinonim ham hisoblanadi. Agar ular har xil leksik tarkibga ega bo'lsa, bir invariantga variant bo'lsalar-da o'zaro sinonimlik hosil qilolmaydi. Masalan, *go'zal va aqlli* qo'shilmasi bilan *go'zal hamda aqlli* qo'shilmasi o'zaro bir xil leksik tarkibga ega, shuning uchun ham ular variantlardir. Xuddi shu qo'shilma *yaxshi va odobli* so'z qo'shilmasi bilan bitta invariant variantlari hisoblansa-da, ya'ni so'z qo'shilmalarining leksik tarkibi bir xil bo'lmagani uchun leksemalar har xil ma'noga ega va ular o'zaro sinonim bo'lolmaydi [9-10].

Demak, so'z qo'shilmalari variantlari, avvalo, bitta umumiy invariant **W=W**

modeliga ega bo'lsa-da, sistemaviy ravishda so'zlarning o'zaro munosabatiga ko'ra **W b W** , **W z W** , **W a W** , **W i W** , **W o W** modellarini oladi va bu modellar bosh invariant bo'lgan **W=W** ning variantlari hisoblanadi. Kichik invariantlar ham o'z paradigmasiga ega bo'lib, ular leksik materialning bir-biriga yaqinligi yoki yaqin emasligi bilan farqlanadi.

Bitta invariantning variantlari sifatida real nutqda aks etgan variantlar paradigmasida ham yadro a'zo bo'ladi. Bu, ko'pincha, nutqiy uslublar uchun betaraf bo'lgan so'zlardan tashkil topadi. Masalan:

Maktab va litsey

Maktab hamda litsey

Maktab-u litsey

Maktab bilan litsey

Bu paradigmada leksik material bir xil, lekin bog'lovchilar almashgan. Bog'lovchilar orasida uslubiy betaraf bo'lgan **va** bog'lovchisi hisoblanadi. Qolgan bog'lovchilar badiiy (hamda) va so'zlashuv (-u, bilan) uslubiga xos. Demak, paradigmada **va**

bog'lovchisi bilan bog'langan variant yadro a'zo hisoblanadi. Uning marker esa uslubiy betaraflik.

Xulosa. Shunday qilib, fonetik variant gaplar asosa, ohang va ma'no urg'usining o'zgarishi orqali vujudga keladi. Ohang o'zgarishi tufayli hosil bo'luvchi variant gaplar tafovuti og'zaki nutqda darak, buyruq va so'roq kabi bo'yoqlarning talaffuzga qo'shilishidan paydo bo'lsa, yozma nutqda ma'lum tinish belgilar bilan ko'rsatiladi. Ma'no urg'usi bilan farqlanadigan variant gaplar esa so'zlashuvda ma'lum so'zning baland aytilishi, yoki so'zlarning o'rin almashishi bilan belgilanadi. Bunday gaplar yozma uslubda so'zni ma'lum bir holatda ajratish bilan belgilanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Соссюр Ф. де, Курс общей лингвистики, Труды по языкознанию. М. :Прогресс, 1977
2. Nurmonov A, Mahmudov N, Ahmedov A, Solixojayeva S. O'zbek tilining mazmuniy sintaksisi. O'z FA // "Fan" . 1992.
3. Sayfullayeva R. va boshqalar. Hozirgi o'zbek adabiy tili. O'quv-qo'llanma. T. :Fan va texnologiya. 2009.
4. Mamajonov A, Qo'shma gap stilistikasi, Toshkent, Fan, 1990
5. M. Qodirov, H. Ne'matov, M. Abduraimova, R. Sayfullayeva, B. Mengliyev. Ona tili. Darslik. Toshkent. Cho'lpon. 2019
6. Nabyeva D, O'zbek tilining turli sathlarida umumiylik-xususiylik dialektikasining namoyon bo'lishi. Toshkent, "SHARQ". 2005.
7. G'ulomov A.G'., Asqarova M.A. Hozirgi o'zbek adabiy tili. Sintaksis. Toshkent. 1965.
8. Sharopova R, Terminologiyada variantdorlik// O'zbek tili va adabiyoti, 1-son, 2012
9. Musayeva F, O'zbek tilida variantlilik// O'zbek tili va adabiyoti, 6-son, 2015
10. Shukurov R. Sintaktik parallellizmning uslubiy vazifalari. // O'zbek tili va adabiyoti. 5-son, 2014

SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE DIGITAL ECONOMY: BALANCING GROWTH AND ENVIRONMENTAL CONCERNS

Isfandiyor Bakhoviddinov Ikromjonovich

isfandiyorbaxoviddinov@gmail.com

student of University of World Economy and Diplomacy

Faculty of International Economics and Management

Abstract: The digital economy's integration of technology has revolutionized connectivity, efficiency, and innovation. However, its rapid growth brings forth significant environmental concerns. This article explores the intricate relationship between the digital economy and sustainable development, addressing challenges of energy consumption, electronic waste, and resource extraction. It emphasizes green innovation opportunities like smart energy grids, precision agriculture, sustainable transportation, and circular economy platforms.

Keywords: digital economy, sustainable development, environmental impact, green innovation, circular economy, data privacy, responsible AI, collaborative partnerships, multi-stakeholder initiatives, ethical considerations, emerging trends.

Introduction. The concept of the digital economy has brought about a paradigm shift in the way industries operate and societies function. The integration of digital technologies into various aspects of our lives has led to unprecedented levels of connectivity, efficiency, and innovation. This digital revolution has transformed the way we communicate, conduct business, and interact with our environment[3][22].

As the digital economy continues to flourish, there is a growing recognition of the need to address its environmental implications and align its growth with the principles of sustainable development. Sustainable development, characterized by meeting present needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs, has become a global imperative in the face of pressing environmental challenges such as climate change, resource depletion, and ecosystem degradation[32].

Central to this discourse is the delicate equilibrium that must be struck between the rapid expansion of the digital economy and the imperative to preserve our planet's ecosystems. This article delves into the multifaceted relationship between the digital economy and sustainable development, exploring how technological advancements can be harnessed to achieve both economic growth and environmental protection. It examines the challenges posed by the environmental impact of digital technologies, highlights opportunities for green innovation, and

delves into the policy frameworks and ethical considerations required to ensure a harmonious coexistence of digital progress and environmental stewardship[13][29].

Literature review and methodology. The literature review for this article draws from a range of sources encompassing sustainable development, digitalization, environmental impact, circular economy, data privacy, ethical considerations, and collaborative partnerships. Key references include international initiatives such as the "2030 Agenda for Sustainable Development" by the United Nations (UN) and the European Union's "Directive 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment (WEEE)." Ethical aspects are explored through works such as "Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Wellbeing with Artificial Intelligence and Autonomous Systems" by Alvarez et al. Circular economy principles are discussed using works like Ellen MacArthur's "Towards the Circular Economy" and "The Circular Economy in Cities: Evolving the Model for a Sustainable Urban Future" from the World Economic Forum.

To analyze the multifaceted relationship between the digital economy and sustainable development, the methodology employed in this article combines qualitative content analysis and a comprehensive review of existing literature. The analysis of challenges, opportunities, and ethical

considerations is based on a critical assessment of empirical studies, reports, and expert opinions from reputable sources like the International Energy Agency (IEA) and The Shift Project. The article also leverages case studies of companies like Philips, Google, and Unilever to illustrate best practices in sustainable digital transformation.

In examining emerging trends, the article references sources like the International Telecommunication Union (ITU) report "Measuring Digital Development: Facts and Figures 2019" and the European Commission's document "A European Strategy for Data." These trends are discussed in the context of their potential impact on the digital economy's sustainability.

The methodology used in this article reflects a comprehensive approach that combines insights from international agreements, regulatory frameworks, academic research, industry practices, and expert opinions. This multi-dimensional perspective enables a thorough exploration of the interplay between the digital economy and sustainable development, shedding light on challenges, opportunities, and the path forward.

Results. The Digital Economy and Environmental Impact. The rapid expansion of the digital economy has brought to the forefront a range of environmental implications that warrant careful consideration. As digital technologies permeate nearly every facet of modern life, it becomes crucial to assess their cumulative effects on energy consumption, electronic waste generation, and resource utilization.

The digital economy, while contributing to efficiency gains and convenience, also demands substantial energy resources. Data centers, which store and process vast amounts of information, require continuous energy input for cooling and operation. Moreover, the proliferation of internet-enabled devices, commonly referred to as the Internet of Things (IoT), has led to a surge in energy consumption for device operation and data transmission. This surge has significant implications for global energy demands and greenhouse gas emissions[23].

Another significant environmental concern arising from the digital economy is the generation of electronic waste, or e-waste. Rapid technological advancements lead to shortened product lifecycles, resulting in discarded devices that contain hazardous materials such as lead, mercury, and brominated flame

retardants. Improper disposal or recycling of e-waste can lead to soil and water contamination, with adverse effects on ecosystems and human health[6].

The production of digital technologies requires the extraction of finite natural resources, such as minerals and metals. These resources are used in the manufacturing of electronic components, batteries, and other essential elements of digital devices. Unregulated resource extraction can lead to habitat destruction, deforestation, and ecosystem degradation, contributing to biodiversity loss and disrupting local communities[9].

Empirical evidence underscores the carbon footprint of the digital economy. Data centers, driven by energy-intensive operations, contribute a significant portion of global electricity consumption and consequently greenhouse gas emissions[5]. Additionally, the manufacturing, transportation, and disposal of digital devices further amplify the industry's environmental impact. A study by the Shift Project revealed that digital technologies are responsible for nearly 4% of global greenhouse gas emissions, comparable to the aviation industry[31].

While the digital economy promises increased efficiency and innovation, a deeper understanding of its environmental consequences is essential for devising strategies that align technological progress with sustainable development objectives.

Opportunities for Green Innovation in The Digital Economy

In the midst of environmental concerns stemming from the digital economy, there exists a promising landscape of green innovation that capitalizes on digital technologies to foster sustainable development. These innovations not only address the environmental challenges posed by the digital economy but also contribute to broader sustainability goals.

Digital technologies are instrumental in reimagining existing systems to achieve ecological harmony. The convergence of sensors, data analytics, and connectivity offers new ways to optimize resource use, reduce waste, and enhance efficiency. This provides a foundational basis for reimagining industries in ways that are both economically productive and environmentally responsible.

Green Innovations in the Digital Economy:

- **Smart Energy Grids.** The integration of digital technologies with energy infrastructure has

given rise to smart energy grids. These grids leverage real-time data to balance energy supply and demand, optimize distribution, and incorporate renewable energy sources seamlessly. Smart grids not only enhance energy efficiency but also enable a transition to clean and sustainable energy sources.

- **Precision Agriculture.** Agricultural practices are undergoing a transformation through digital innovations. Precision agriculture utilizes sensors, drones, and data analytics to optimize irrigation, fertilization, and crop management. By minimizing resource use and maximizing yields, precision agriculture contributes to sustainable food production while mitigating environmental impact.

- **Sustainable Transportation Solutions.** Digital technologies play a pivotal role in revolutionizing transportation systems. Electric vehicles (EVs) coupled with charging infrastructure, enabled by digital connectivity, contribute to reduced emissions and air pollution. Additionally, ridesharing platforms and intelligent transportation systems optimize mobility, reducing congestion and energy consumption[19].

- **Circular Economy Platforms.** Digital platforms are also driving the shift towards a circular economy, where resources are conserved through reuse, recycling, and refurbishment. These platforms facilitate the exchange of used goods, enabling resource optimization and reducing waste generation[37].

- **Waste Management through Data Analytics.** Digital technologies offer novel solutions for efficient waste management. Data analytics optimize waste collection routes, reducing fuel consumption and emissions. Smart bins equipped with sensors enable real-time monitoring, optimizing collection schedules and preventing overflows[14].

The examples presented here showcase the transformative potential of digital technologies in promoting sustainable development. By harnessing the power of innovation, the digital economy can drive environmental preservation while fostering economic growth.

Challenges in Balancing Growth and Sustainability

The juxtaposition of digital expansion and environmental objectives brings forth a spectrum of challenges that must be navigated to achieve a harmonious equilibrium between economic growth and

ecological well-being[7]. These challenges underscore the nuanced relationship between the digital economy and sustainable development.

While the digital economy promises efficiency gains and innovative solutions, its growth can inadvertently lead to environmental challenges. The rapid proliferation of devices, coupled with energy-intensive operations, can strain existing infrastructure and contribute to increased energy consumption. The pressure to keep up with technology trends and the allure of digital convenience can exacerbate resource consumption, perpetuating unsustainable consumption patterns.

The paradoxical phenomenon known as the "rebound effect" poses a unique challenge. Although digital technologies have the potential to enhance energy efficiency, such gains may be nullified by increased consumption. For instance, the efficiency of digital communication might encourage more frequent and resource-intensive interactions, offsetting the intended benefits.

Data centers, the backbone of the digital economy, demand substantial amounts of energy for cooling and operation. Their expansion can strain local power grids and lead to increased carbon emissions. Balancing the need for data storage and processing with energy efficiency remains a critical challenge, particularly as data consumption continues to rise.

The accelerated pace of technological innovation contributes to the rapid obsolescence of digital devices, resulting in electronic waste (e-waste). Improper disposal and recycling of e-waste pose risks to human health and the environment. Ensuring responsible disposal and promoting circular economy principles for electronic devices is essential to mitigate this challenge.

As the digital economy evolves, concerns around the "digital divide" persist. Not all segments of society have equal access to digital technologies, perpetuating social and economic inequalities. Bridging this gap requires concerted efforts to ensure equitable access to digital resources, education, and opportunities[35].

Addressing these challenges necessitates a holistic approach that acknowledges the complexity of the digital economy's environmental impact. It requires collaboration between industry stakeholders, policymakers, and civil society to develop innovative strategies that maximize the benefits of digital

expansion while minimizing its negative consequences[36].

Case Studies: Best Practices in Sustainable Digital Transformation

Examining the success stories of companies and organizations that have seamlessly integrated sustainability into their digital strategies provides invaluable insights into the potential of aligning digital expansion with environmental preservation. These case studies underscore the transformative power of innovative approaches such as circular economy principles, energy-efficient data centers, and sustainable supply chain management[21].

Circular Economy Principles in Action: Philips

Philips, a global leader in health technology, has embraced circular economy principles to minimize waste and optimize resource use. In its commitment to sustainability, the company has established a circular business model where products are designed for longevity, reparability, and recyclability. The Circular Lighting program is a prime example, allowing customers to lease lighting solutions rather than purchasing them outright. At the end of the lease, Philips takes back and refurbishes the products, reducing waste and promoting resource conservation[8].

Energy-Efficient Data Centers: Google

Google, a technology behemoth, has demonstrated a pioneering commitment to sustainable practices, particularly in its data center operations. The company has significantly reduced energy consumption by optimizing cooling systems, adopting advanced monitoring technologies, and investing in renewable energy sources. Google's data centers are designed to be energy-efficient, with stringent energy management practices that prioritize sustainability without compromising performance. Additionally, Google has committed to achieving carbon neutrality across its operations, signaling a bold commitment to environmental responsibility[30].

Sustainable Supply Chain Management: Unilever

Unilever, a multinational consumer goods company, has embarked on a journey of sustainability throughout its supply chain. The company's Sustainable Living Plan integrates environmental goals with business growth, focusing on reducing environmental impact while increasing profitability.

Through partnerships with suppliers, Unilever aims to enhance resource efficiency, reduce waste, and promote responsible sourcing of raw materials. This comprehensive approach extends from sustainable agriculture practices to responsible packaging design, showcasing how sustainability can be embedded across the entire value chain[27][33].

These case studies exemplify how companies can leverage digital technologies to drive sustainable practices. Circular economy principles, energy-efficient data centers, and sustainable supply chain management not only enhance environmental stewardship but also yield economic benefits. These examples underscore the potential for transformative change when sustainability is woven into the fabric of digital strategies.

Policy Frameworks and Regulation for Green Digitalization

The role of governments and international organizations in steering the digital economy toward sustainability is pivotal. Regulatory frameworks play a crucial role in shaping the practices of businesses and technology companies, ensuring that digital development aligns with environmental preservation. This section examines the multifaceted approach to promoting sustainable digitalization, encompassing policies for e-waste management, energy efficiency, and environmental standards for the tech industry[20].

Governments and international bodies recognize the imperative of sustainable digital development and have initiated efforts to create an enabling environment. Through collaborations such as the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) and the Paris Agreement, countries commit to fostering innovation while addressing climate change and resource depletion. These platforms provide a space for dialogue, knowledge sharing, and cooperative actions that contribute to sustainable digitalization[32].

To tackle the growing issue of electronic waste, governments around the world are implementing regulations to ensure responsible disposal and recycling of digital devices. The European Union's Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive, for instance, mandates the collection, recycling, and proper treatment of e-waste. These regulations create incentives for manufacturers to design products with ease of disassembly and recycling

in mind, minimizing the environmental impact of end-of-life devices[12].

Regulations that promote energy efficiency in the digital sector are crucial in mitigating its environmental impact. Energy labels for electronic products guide consumers toward energy-efficient choices, while building codes and standards mandate efficient energy use in data centers and IT infrastructure. These regulations encourage the adoption of energy-saving technologies and practices, reducing both costs and carbon emissions[18].

Setting environmental standards for technology companies incentivizes them to adopt sustainable practices throughout their operations. ISO 14001 and other international standards provide guidelines for managing environmental impact, emphasizing reduction of carbon emissions, resource efficiency, and waste reduction. Such standards encourage tech companies to embed sustainability into their corporate culture and decision-making processes[20].

Effective regulatory frameworks require collaboration between governments, international organizations, industry stakeholders, and civil society. Dialogue platforms and public-private partnerships facilitate the co-creation of regulations that balance environmental preservation with technological innovation. As the digital economy continues to evolve, regulatory frameworks must remain adaptive, responsive, and forward-looking to address emerging challenges and opportunities[34].

Collaboration and Partnerships: Public-Private Cooperation for Sustainability

In the pursuit of sustainable development within the digital economy, the importance of collaboration and partnerships between governments, businesses, and civil society cannot be overstated. These multi-stakeholder initiatives foster a collective approach to addressing the intricate challenges posed by digital expansion while safeguarding environmental well-being. This section emphasizes the significance of collaborative efforts and explores specific multi-stakeholder initiatives geared towards promoting sustainable practices in the digital sphere[26].

Sustainable digital development necessitates coordinated action across sectors. Governments provide regulatory frameworks and policies, while businesses contribute innovative solutions and technologies. Civil society organizations bring societal perspectives, advocating for ethical considerations and

equitable access. Collaboration harnesses the strengths of each stakeholder group, resulting in holistic and effective strategies.

Global Multi-Stakeholder Initiatives:

- UN Global Compact. The UN Global Compact engages businesses, governments, and civil society in advancing sustainable practices. Its principles encompass human rights, labor, environment, and anti-corruption. Businesses commit to integrating these principles into their strategies, demonstrating a commitment to responsible digital development[2].

- Digital Impact Alliance (DIAL). DIAL fosters partnerships to accelerate the achievement of the SDGs through digital technologies. It collaborates with governments, tech companies, and NGOs to create sustainable digital solutions that address global challenges, such as health, education, and agriculture[11].

- Global e-Sustainability Initiative (GeSI). GeSI is a collaborative platform of ICT companies and organizations working towards sustainable development through digital technologies. It drives initiatives to reduce carbon emissions, enhance resource efficiency, and promote digital inclusion globally[24].

- The Partnership on AI. Comprising tech companies, NGOs, and academic institutions, the Partnership on AI seeks to ensure that artificial intelligence (AI) benefits society while respecting ethical values. It aims to address challenges such as algorithmic bias, data privacy, and responsible AI deployment[1].

These multi-stakeholder initiatives exemplify the potential for collaboration to drive meaningful change in the digital economy. By pooling resources, expertise, and perspectives, these partnerships catalyze innovation, influence policy decisions, and amplify the impact of sustainable practices.

As the digital economy continues to evolve, collaboration remains an indispensable tool for navigating its complex landscape. Sustainable development in the digital age demands collective efforts that transcend traditional boundaries, leveraging the diverse strengths of governments, businesses, and civil society to ensure that technological progress aligns with the broader goals of environmental sustainability and societal well-being.

Data Privacy and Ethical Considerations

The realm of sustainable digital development is inherently intertwined with ethical considerations, particularly in relation to data privacy and responsible AI use. As the digital economy continues to expand, safeguarding individual privacy rights and upholding ethical standards becomes paramount. This section delves into the ethical dimensions of sustainable digital development, addressing concerns related to data privacy, responsible AI deployment, and the potential conflicts between data-driven innovation and individual privacy rights[16].

Sustainable digital development requires a thoughtful examination of the ethical implications of data usage and technology deployment. The digitization of vast amounts of personal information raises questions about how data is collected, processed, and shared. Ethical considerations encompass issues of consent, transparency, and the potential impact of data-driven decisions on individuals and society at large[28].

Data privacy is a fundamental right that must be upheld in the digital age. Individuals' personal information is often collected for various purposes, raising concerns about consent and control. Striking a balance between data-driven innovation and individual privacy rights involves implementing robust data protection mechanisms, informed consent procedures, and transparent data handling practices[15].

As artificial intelligence (AI) becomes integral to the digital economy, responsible AI deployment is essential. AI systems influence decision-making across various domains, including finance, healthcare, and education. Ensuring ethical AI involves addressing biases, explicability, and accountability. AI systems should be designed to minimize discrimination and maximize societal benefit while maintaining transparency in their decision-making processes[4].

In the pursuit of data-driven innovation, potential conflicts may arise between leveraging personal data for insights and respecting individual privacy rights. The aggregation of data from various sources enables valuable insights, yet poses challenges when individuals' identities are at risk of being exposed. Striking a balance between data utility and privacy requires robust data anonymization techniques and strict data protection regulations[10].

Governments and industry stakeholders play a pivotal role in shaping ethical practices within the digital economy. Regulations such as the General Data Protection Regulation (GDPR) in the European Union

set standards for data privacy and protection. Ethical frameworks, such as those proposed by the IEEE, guide the development and deployment of AI technologies in ways that prioritize ethical considerations[15][4].

The ethical dimensions of sustainable digital development underscore the need for responsible and conscientious practices. Navigating the challenges of data privacy and AI ethics requires a commitment to transparency, accountability, and ongoing dialogue between technology developers, policymakers, and civil society. By upholding ethical standards, the digital economy can be a force for positive transformation while respecting individual rights and values.

Future Outlook: The Road to Sustainable Digitalization

As we chart the course toward sustainable digitalization, several emerging trends hold the potential to reshape the digital economy in ways that align with environmental preservation and societal well-being. This section explores these trends, including the circular digital economy, green AI, and sustainable smart cities. Additionally, it delves into the transformative changes in consumption patterns that digital innovations can catalyze.

The circular economy principles, applied to the digital realm, give rise to the concept of the circular digital economy. This approach emphasizes extending the lifecycle of digital devices, minimizing waste through repair, refurbishment, and recycling. Devices are designed with modularity and upgradability, enabling components to be easily replaced or updated. The circular digital economy not only reduces e-waste but also fosters a more sustainable approach to technology consumption[21].

Advancements in artificial intelligence (AI) are leading to the emergence of "green AI," which prioritizes energy efficiency and environmental impact. Machine learning algorithms are being designed to optimize energy consumption in data centers and IoT devices. Additionally, responsible automation aims to minimize the environmental and societal disruptions of AI technologies, ensuring that automation is aligned with sustainable development goals[38].

The concept of smart cities is evolving to incorporate sustainability as a core pillar. Sustainable smart cities leverage digital technologies to enhance resource efficiency, improve urban mobility, and

reduce energy consumption. Integrating data-driven solutions into urban planning and infrastructure development enables cities to optimize resource allocation, enhance public services, and create more livable environments[17].

Digital innovations have the potential to drive transformative changes in consumption patterns. The sharing economy, enabled by digital platforms, promotes collaborative consumption and resource-sharing. Subscription-based models for products and services can reduce the demand for ownership, leading to decreased material consumption[25]. Moreover, personalized data-driven insights can empower consumers to make informed choices that align with sustainability goals.

These emerging trends are not mutually exclusive; they often complement and reinforce one another. The circular digital economy supports sustainable smart cities by reducing the environmental impact of digital devices. Green AI contributes to the energy efficiency of smart cities' infrastructure. Transformative consumption patterns fostered by digital innovations support the broader goals of circularity and sustainability.

The future of sustainable digitalization hinges on proactive engagement from governments, businesses, and civil society. Collaboration, innovation, and policy interventions will be instrumental in realizing the potential of these trends. By collectively embracing these emerging pathways, the digital economy can become a driving force for positive change, harmonizing technological advancement with environmental and societal well-being.

Conclusion. The journey towards sustainable digitalization represents a transformative endeavor that demands collective action and a holistic approach. As the digital economy continues to evolve, it is essential to recognize that technological progress and environmental preservation are not mutually exclusive. The cases of Philips, Google, and Unilever exemplify the potential of aligning business strategies with sustainability goals. Circular economy principles, energy-efficient data centers, and sustainable supply chain management underscore the synergistic relationship between economic growth and environmental stewardship.

Ethical considerations, particularly data privacy and responsible AI deployment, stand at the crossroads

of sustainable digital development. Protecting individual privacy rights and ensuring ethical AI use are integral to maintaining societal trust in the digital ecosystem. Regulatory frameworks and ethical guidelines provide the scaffolding upon which responsible digitalization can thrive.

As the digital economy forges ahead, embracing collaboration and partnerships becomes paramount. Initiatives like the UN Global Compact, DIAL, GeSI, and The Partnership on AI exemplify the power of collective action. Collaborative efforts bring together governments, businesses, and civil society to drive meaningful change, amplify the impact of sustainable practices, and accelerate progress towards the Sustainable Development Goals.

Emerging trends signal a future that holds promise for reshaping the digital landscape in ways that amplify environmental preservation, societal well-being, and economic prosperity. The circular digital economy, green AI, sustainable smart cities, and transformative consumption patterns present opportunities for comprehensive, systemic change. The road to sustainable digitalization requires continuous innovation, adaptive regulation, and a shared commitment to harnessing the digital economy's potential for global good.

References

1. About Partnership on AI (2022) Partnership on AI. Available at: <https://partnershiponai.org/about/> (Accessed: 23 August 2023).
2. About the UN Global Compact | UN Global Compact. Available at: <https://unglobalcompact.org/about> (Accessed: 23 August 2023).
3. Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Why Nations Fail: The Origins of Power Prosperity and Poverty*. (First). Crown.
4. Alvarez, M. A. P., Bielby, J., & Havens, J. (2016). *ETHICALLY ALIGNED DESIGN: A Vision for Prioritizing Human Wellbeing with Artificial Intelligence and Autonomous Systems*.
5. Andersson A. E., Eriksson O., & Finnveden G. (2007). Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper. IARIGAI Proceedings: Advances in Printing and Media Technology.
6. Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor*. United Nations University (UNU), International

Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

7. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. W W Norton & Co.

8. Circular Lighting, ensuring sustainability (2022). Philips lighting. Available at: <https://www.lighting.philips.com/eg/support/circular-lighting> (Accessed: 23 August 2023).

9. de Oliveira Neto J.F., Candido L.A., de Freitas Dourado A.B., Santos S.M., Florencio L. (2022). Waste of electrical and electronic equipment management from the perspective of a circular economy: A Review. Waste Management & Research.

10. Diakopoulos, N. (2016). Accountability in Algorithmic Decision Making. Communications of the ACM (CACM). DOI: <https://doi.org/10.1145/2818717>

11. Digital Impact Alliance (2023). We are committed to helping build a positive digital future for everyone, everywhere. Digital Impact Alliance. Available at: <https://dial.global/about-the-digital-impact-alliance/our-vision-and-mission/> (Accessed: 23 August 2023).

12. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) (2012). EUR-Lex. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32012L0019> (Accessed: 22 August 2023).

13. European Commission (2020). A European strategy for data | EUR-Lex. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0066> (Accessed: 22 August 2023).

14. European Environment Agency (EEA). (2018). Waste prevention in Europe—policies, status and trends in reuse in 2017. EEA Report No 4/2018.

15. European Union. (2016). General Data Protection Regulation (GDPR). European Union.

16. Floridi, L. (2014). The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality. Oxford University Press.

17. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities - Ranking of European medium-sized cities.

18. International Energy Agency. (2017). Digitalization and Energy. IEA. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b1e6600c-4e40-4d9c-809d->

1d1724c763d5/DigitalizationandEnergy3.pdf (Accessed: 23 August 2023).

19. International Energy Agency. (2021). Global EV Outlook 2021. Accelerating ambitions despite the pandemic. IEA. Available at:

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/ed5f4484-f556-4110-8c5c-4ede8bcba637/GlobalEVO Outlook2021.pdf> (Accessed: 22 August 2023).

20. International Organization for Standardization. (2021). ISO 14001:2015 - Environmental Management Systems. ISO.

21. MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK.

22. Measuring Digital Development: Facts and Figures 2019 (2019). International Telecommunication Union.

23. Mills, E. (2018). The Cloud Begins with Coal: Big Data, Big Networks, Big Infrastructure, and Big Power. An overview of the electricity used by the global digital ecosystem. A study by Digital Power Group.

24. Mission & Vision of GeSI. GeSI facilitates real world solutions to real world issues within the ICT industry and the greater sustainability community. Available at: <https://gesi.org/mission-and-vision> (Accessed: 23 August 2023).

25. Mont, O. (2002). Clarifying the concept of Product-Service System. Journal of Cleaner Production, 10(3-4), 237-245. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00039-7)

26. Multi-stakeholder partnerships | Department of Economic and Social Affairs. United Nations. Available at: <https://sdgs.un.org/topics/multi-stakeholder-partnerships> (Accessed: 23 August 2023).

27. Murphy, Patrick & Murphy, Caitlin. (2018). Sustainable Living: Unilever. DOI: 10.1007/978-3-319-58804-9_12.

28. Narayanan, A., & Zevenbergen, B. (2015). No Encore for Encore? Ethical Questions for Web-Based Censorship Measurement. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2665148>

29. Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J. P. (2010). Mismeasuring our lives: Why GDP doesn't add up. The New Press.

30. Sustainable Innovation & Technology - Google Sustainability. Google. Available at:

<https://sustainability.google/> (Accessed: 23 August 2023).

31. The Shift Project. (2019). Lean ICT: Towards Digital Sobriety. The Shift Project. Available at: https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf (Accessed: 22 August 2023).

32. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs (2015). United Nations. Available at: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (Accessed: 22 August 2023).

33. Tukker, Arnold. (2017). New Business for Old Europe: Product-Service Development, Competitiveness and Sustainability. DOI: 10.4324/9781351280600.

34. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). Paris Agreement. UNFCCC.

35. Van Dijk, J. A. G. M. (2012). Digital democracy: Vision and reality. Public administration in the information age: Revisited.

36. World Economic Forum (2021). The Global Risks Report 2021 (16th ed.). ISBN: 978-2-940631-24-7. Available at: <http://wef.ch/risks2021> (Accessed: 22 August 2023).

37. World Economic Forum. (2018). The Circular Economy in Cities: Evolving the Model for a Sustainable Urban Future. World Economic Forum. Available at: https://www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf (Accessed: 22 August 2023).

38. Zafar, S. (2023). Everything you need to know about green AI. Is it an answer to climate change? EcoMENA. Available at: <https://www.ecomena.org/everything-you-need-to-know-about-green-ai/> (Accessed: 23 August 2023).

USING VISUAL LEARNING ENVIRONMENTS IN TEACHING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING

Abdurakhmonov Sultonali Mukaramovich,
TUIT Fergana branch, Faculty of Telecommunication
Technologies and Vocational Education, Head of the Department
of Information and Educational Technologies, Candidate of
Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor.
sulton59_15@inbox.ru

Ibragimov Shavkat Mamirovich,
Ferghana State University, Faculty of Mathematics -
Informatics, Senior Lecturer of the Department of
Information Technologies.
shavkat70@bk.ru

Abstract: The article deals with the problem of teaching object-oriented programming. The paper proposes guidelines for teaching students object-oriented programming using the capabilities of various programming languages, and developing computer programs based on them. Teaching the basics of object-oriented programming makes it possible to bring the teaching of a programming course to a more modern level and expands the possibilities of future specialized courses, as well as eliminates the contradictions between the current state of programming and the content of teaching the discipline in higher educational institutions.

Keywords: object-oriented programming, algorithm, visual learning environment, methods, programming language, analysis, teaching methodology.

Introduction. Modern society, which has entered the information age, is characterized by the active use of information technology in all areas of its activity. These technologies, providing human information activity, are based on the use of a variety of computer technology and software. At the same time, it is software tools that determine the algorithms and logic of working with information, allow the use of standard computer technology to solve a wide variety of problems, and most significantly affect the capabilities and quality of implemented information technologies. In this regard, the problem of teaching the creation of software for specialists in the field of information technology is relevant, which involves the formation of students' competencies to solve professional problems in the development of projects for automation and informatization of applied processes, as well as the creation of information systems in applied areas. The implementation of this part of the training is carried out within the framework of certain disciplines, where knowledge of software tools and programming languages is formed, the ability

to use various strategies for developing and implementing computer programs, experience and skills in solving problems in the field of programming.

The purpose of the study is to develop and scientifically substantiate a methodology for teaching the basics of object-oriented programming for bachelors using visual learning environments.

To achieve the goal of the study, the following research objectives were formulated:

1. Clarify the role and place of teaching object-oriented programming in the system of bachelor's education.
2. Identify the essential characteristics of the bachelor's competence in the field of object-oriented programming.
3. To develop the target, content and procedural components of the methodology for teaching the basics of object-oriented programming for bachelors using visual learning environments.
4. To experimentally substantiate the effectiveness of the methodology for teaching the

basics of object-oriented programming for bachelors using visual learning environments.

Literature analysis and methods. Traditional teaching of object-oriented programming usually includes complex tasks and questions that are difficult for students to perceive, which leads to further misunderstanding of the educational material. Learning object-oriented programming by traditional methods is based on learning the syntax of a particular programming language that is not of interest to students or is not clear to master. At the same time, such training at the stage of university training is based on the knowledge and skills of students obtained in the study of the relevant sections of computer science in a secondary school. As shown by the data of many studies (A.N. Bobrov [1], O.G. Nelzina [2], M.A. Pavlichenko [3]), as well as the results of our ascertaining experiment, these knowledge and skills are not enough for the subsequent learning professional programming languages at the appropriate level. In this regard, there is a need to study the basics of object-oriented programming at the stage before learning professional programming languages in order to provide fundamental training of students in the field of the methodology itself, the basic concepts of object-oriented programming. This requires the development of an appropriate methodology for teaching the basics of object-oriented programming, based on the results of research on the process of teaching object-oriented programming, the use of design technologies and the creation of modern computer programs.

There are a number of studies that are of particular value in this area, which include studies in the field of professional training of information technology specialists (V.V. Andreeva [4], I.E. Vostroknutov [5] and others), the formation of professional qualities in students in the areas of training in applied informatics (V.Yu. Bodryakov [6], A.A. Bykov [7]), research that reveals the essence of teaching programming (J. McConnell [8]).

Simultaneously with the theoretical prerequisites, the practical prerequisites for teaching the basics of object-oriented programming as the initial stage of professional training of specialists in the field of computer program development were formed. In particular, these are practical developments related to the use of visual learning environments for such training. Among these environments, Alice and Scratch occupy a special place, created as educational products for teaching programming. The results of the practical

application of these environments, presented in the works of Randy Pouch, Wand Dunn, Stephen Cooper, Mitchell Resnick, convincingly show that their use allows you to avoid many of the problems of initial programming learning. Visual learning environments allow students to be motivated, to focus on the development of thinking, understanding the very essence of the programming paradigms being studied.

To achieve the goal, you can use the following methods:

- *theoretical* (analysis, comparison, classification, systematization, generalization) - analysis of scientific, psychological, pedagogical and methodological literature on the problem, study of the experience of teaching programming and features of the practical training of future bachelors;
- *empirical* (questionnaire, observation, interviewing, method of expert assessments) - to determine the level of professional training of university students;
- *pedagogical experiment* - to test the effectiveness of the proposed methodological system;
- *methods of mathematical statistics* - for analyzing the data obtained, determining quantitative indicators for the phenomena and processes under study.

Results and discussion. Modern society is characterized by a number of features, among which one of the most significant places is the assertion of the role of information technology as a leading means of improving intellectual, labor, leisure and many other types of human activity. In the most general form, information technologies are understood as processes, methods for searching, collecting, storing, processing, providing, distributing information and methods for implementing such processes and methods using computer technology.

The task of training citizens in the field of information technology as one of the main ones is solved in the education system. In our country, the solution of this problem is connected with the implementation of the educational field of informatics at all levels of education.

Thus, ensuring computer literacy has consistently transformed into the task of forming an information culture, and now - the information competence of students.

Programming training is included in the educational programs of various areas of training in the

field of information technology according to the standards of higher education.

So, after analyzing the undergraduate areas "Applied Mathematics and Informatics", "Information Technologies in Education", we can say that in all of them, in the structure of tasks of professional activity, there are tasks related to algorithmization and programming - the study of programming languages, the development and analysis of algorithms, software development. Depending on the areas of training, the emphasis on teaching programming can be placed to a greater or lesser extent, but in any case, in the structure of professional competence in the general professional or professional part, there are competencies related to the development of computer programs.

The problem of training specialists in the field of information technology is also relevant in European countries, where it is controlled by the European organization Career Space. Career Space was created with the support of the European Commission (European Commission), nine leading European companies in the information technology industry. The activity of this organization is aimed at formulating requirements for the competencies of university graduates in the relevant educational standards. These requirements are formulated on the basis of an analysis of the results of an expert survey of leaders of leading companies operating in the information and communication technology sector.

Among the world projects proposed for teaching computer science, one can also single out the Computing Curricula project, which is used in the field of training IT specialists of various levels.

The programming language is for the programmer the basis of his activity. However, knowledge of one language is not enough, a specialist must understand various programming paradigms.

Teaching programming with elements of *imperative programming* is a traditional approach that involves learning a single procedural programming language. But the developers of the program note that an object-oriented programming language can also be used - if training is carried out using an object-oriented programming language, then at the first stage, attention should be focused on the imperative aspects of this language (expressions, control structures, procedures and functions, and others). key elements of the traditional procedural model), and object-oriented programming technologies are studied in the next stage.

The *Object-Oriented Programming Education Orientation* also focuses on programming, but emphasizes the principles of object-oriented design and programming from the very beginning.

The *functional programming* approach involves the use of functional programming languages. This model is aimed at studying and getting acquainted with the programming language only in higher educational institutions and does not depend on the student's prior training. The clear syntax of functional languages allows the teacher to focus on the fundamental principles and issues of programming. In functional programming, the entire set of sequential states of the computational process is represented explicitly, which makes it possible to study these issues at the very beginning of learning to program.

Learning programming with elements of *maximum coverage of the material* allows students to gain a broader understanding of programming, which enables them to move on, confidently and purposefully, mastering other computer disciplines. Students during training have the opportunity before the start of the course to evaluate the variety of topics in the curriculum of the discipline and only after that proceed to the traditional cycle of studying programming.

The *algorithm-oriented approach* to learning programming minimizes the effort spent on learning the specific syntax constructs of a particular programming language by using a graphical way of describing algorithms and pseudocode. This enables students to work with a wide range of data types and control logic structures. After students master the basic types of algorithms and data types, they can begin to use the programming language in practice.

Learning to program with elements of a *hardware component* is learning from the machine level. Only after the students have formed an understanding of the structural features of the hardware component, machine logic and mathematics, the course proceeds to consider programming in high-level languages.

An analysis of modern strategies for teaching programming shows that the orientation of teaching to object-oriented programming differs from all the considered models and provides a number of advantages that other models do not provide. Object-oriented programming is characterized by a combination of fundamentality and deep practical orientation, which allows students to develop an object-

oriented style of algorithmic thinking, a clear sequence of actions, imaginative and logical thinking, as well as qualities and skills that allow direct development of software applications.

Teaching the basics of object-oriented programming, introducing the basic concepts and concepts of the object-oriented approach are important problems in the preparation of bachelors. In this regard, there is a need to develop an appropriate teaching methodology aimed at the formation of professional competence in the field of object-oriented programming and realizing one of the meaningful lines of informatics in the professional training of bachelors. Such a technique should be based on the use of specialized software and, as a result, assume the study of a professional language.

The choice of a programming language from which to start training in the system of vocational education is an important task facing educational institutions in our country. The task is not simple, because, on the one hand, it is necessary to take into account the incomplete theoretical and practical base of a first-year student, and on the other hand, the need for further study of more complex disciplines that are part of a particular specialty in the field of computer science.

According to the frequency of queries in search engines according to the TIOBE index, the most popular languages in this ranking include Java, C, C++, Python, C#, PHP, JavaScript. At the same time, in the rating of programming paradigms, also compiled by TIOBE, the object-oriented approach is the undisputed leader. Another programming language ranking project is Ohloh, which is determined by how often a programming language is mentioned on the Internet. According to this rating, the leading languages are C (C++), Java, JavaScript, Objective-C, PHP, Python.

The software tools for teaching object-oriented programming should include not only professional tool environments, but also specialized visual learning environments, which, being an integrated development environment with a simple interface, allow you to visualize the model of the program being created, execute methods of object classes in the process of writing them, test object classes, setting various parameters for methods as they are written. Such environments, most famous in the academic environment, include Alice and Scratch.

Alice and Scratch allow you to work with objects and methods, as well as develop programs in

terms of objects, classes and their interactions. These environments are focused on mastering the fundamental concepts of object-oriented programming, fixing them in the practice of programming using a specific language, such as C ++. This allows you to choose exactly these environments for the initial training in object-oriented programming for bachelors of applied computer science.

Alice and Scratch allow you to manipulate objects with their properties, functions, and methods, both built-in and user-constructed. These visual learning environments minimize keyboard input. The program code is not text in the usual sense: within one method, it is a set of nested blocks highlighted in color depending on the type (loops, conditional jumps, etc.), they can be collapsed, dragged, deleted, reordered, etc. .

The use of a visual programming environment in the learning process allows you to:

- imagine and imagine what exactly can be done and obtained as a result of programming;
- create a project based on your own ideas;
- share the results of their activities;
- reflect and discuss their own results;
- to develop more complex and interesting projects.

In addition, visual environments for teaching programming form the skills of a future programmer to work in a team - students in teams discuss the problem of solving a problem, determine the level of their own knowledge and readiness to solve a problem, and show a lack of knowledge in certain issues.

In the process of teamwork using visual learning environments, students learn to assess the problem and their own level of preparation, analyze the problem, look for possible solutions to problems, formulate and express their thoughts, convince colleagues, share knowledge with each other and work collectively to solve the problem, plan their own activities, coordinate their actions with team members, present the results of their work. Practical experience in this study shows that students, using visual programming learning environments in practice, are able to independently and quite effectively acquire knowledge and form skills and abilities. This contributes to the formation of an integral system of professional competencies for bachelors of applied informatics.

Conclusions. From the foregoing, we can conclude that programming is a key component of the bachelor's training system, the main task of which is to

provide a theoretical basis and practical skills in the professional training of students. Therefore, knowledge of programming is a prerequisite for the assimilation of most professional disciplines of bachelor's programs in applied computer science, because:

- this area of knowledge consists of those concepts that are important for the practice of programming, regardless of the programming paradigm that is used in the educational process;

- successful assimilation by students of the content of professional disciplines and, as a result, their future professional activity depends on the quality of assimilation of the educational material of the programming course;

- programming should be studied in junior courses, before studying all disciplines of the professional cycle;

- teaching programming for bachelors of applied informatics is advisable to start with learning the C ++ language, using special environments for teaching programming.

Such training from the very beginning should focus on the basics of object-oriented programming, as this makes it possible to bring the teaching of a programming course to a more modern level and expands the possibilities of future specialized courses, and also eliminates the contradictions between the current state of programming as a science and the content of teaching this discipline in higher educational institutions.

REFERENCES

1. Бобров, А.Н. Проблемы выбора языка программирования в школьном курсе информатики / А.Н. Бобров // Молодой ученый. – 2015. – №24. – С. 61–64. URL: <https://moluch.ru/archive/104/24471/>

2. Нельзина, О.Г. Проблемы обучения программированию по курсу информатики в системе «школа-вуз» / О.Г. Нельзина // RELGA – научно-культурологический журнал (№13 [135]. – 2006. URL: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=1087&level1=main&level2=articles>.

3. Павличенко, М.А. Проблема обучению программированию в школе / М.А. Павличенко // Социальная сеть работников образования nsportal.ru. – 2014. URL:

https://nsportal.ru/shkola/obshchepe_dagogicheskie_tekhnologii/library/2014/10/19/problema-obucheniya-programmirovaniyu-v

4. Андреева, В.В. Проектирование и реализация системы многоуровневой подготовки специалистов в области информационных технологий: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Андреева Валентина Владимировна. – Новгород, 2005. – 375 с.

5. Вострокнутов И.Е., Калинина О.С. Применение метода программных фрагментов при обучении визуальному программированию на базовом уровне в средней школе / И.Е. Вострокнутов, О.С. Калинина // Педагогическая информатика. – 2014. – № 1. – С. 22–31.

6. Бодряков, В.Ю. Практический опыт формирования исследовательских компетенций студентов, обучающихся по направлению «01. 03. 02 – Прикладная математика и информатика» / В.Ю. Бодряков, Л.Р. Ушакова // Педагогическое образование в России. – 2015. – №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskiy-opyt-formirovaniya-issledovatel'skih-kompetentsiy-studentov-obuchayuschihsya-po-napravleniyu-01-03-02-prikladnaya>.

7. Быков, А.А. Особенности реализации компетентного подхода при подготовке специалистов прикладной информатики и вычислительной техники на базе смоленских вузов / А.А. Быков // Электронный научно-практический журнал «Современная педагогика». – 2014. – №10. URL: <http://pedagogika.snauka.ru/2014/10/2753>.

8. Макконелл, Дж. Анализ алгоритмов. Вводный курс / Дж. Макконелл. – Москва: Техносфера, 2002. – 304 с.