BIG DATA ASOSIDA GIDROTEXNIK QURILMALARNI MUHANDIS - GEOLOGIK TADQIQ QILISH

Jamoljon Djumanov[1], Azizdjon Babadjanov[2], Javodjon Jumanov[3], Husnidin Botirov[4]

[1]Muhamada al-Xorazmiy nomidagi TATU

[2]Mirzo Ulug‘bek nomidagi O’zMU

[3]Islom Karimov nomidagi TDTU

[4]Osiyo Texnologiyalari Universiteti

https://doi.org/10.5281/zenodo.18014556

Annotatsiya. *Ushbu maqolada gidrogeologik tizimlarning kuzatuv quduqlarida yer osti suvlarining rejim tashkil etuvchi parametrlarini o’lchash, noravshan modellar va “Big data” texnologiyalarini amalga oshirish algoritmlari asosida gidrotexnik qurilmalarni muhandis - geologik tadqiq qilish bilan umumiy holatini aniqlash o’rganilgan. Yer osti gidrosferasi monitoringini yuritishda suv resurslari ma’lumotlarni tiklanadigan energiya manbaiga ulangan, avtomatlashtirilgan o‘lchov tizimida ma’lumot olish, qayd qilish, yig‘ish, ishlov berish va uzatish asosida samarador innovatsion uskuna-dasturiy vositalarini funktsional faoliyati, suyuqlikni asosiy xususiyatlarini, yani gidrogeologik va ekspluatatsion texnik ko'rsatkichlarini hamda rejim tartibini belgilash imkonini beruvchi integrallashgan yondoshuv g’oyasi ilgari surilgan.*

Kalit so’zlar. *Gidrogeologik tizim, yer osti suvi, sath o’lchash, “Big data”, ishlov berish algoritmlari, suv resurslari monitoringini yuritish, integrallashgan yondoshuv.*

Аннотация. *В данной статье рассмотрены измерения режимообразующих параметров подземных вод в наблюдательных скважинах гидрогеологических систем и определение общего состояния гидротехнических устройств с помощью инженерно-геологических исследований с обработкой на основе нечетких моделей, реализации алгоритмов технологии «Больших данных». При мониторинге подземной гидросферы водные ресурсы подключаются к возобновляемому источнику энергии на основе автоматизированной измерительной системы сбора, регистрации, сбора, обработки и передачи информации, функциональной активности эффективных инновационных аппаратно-программных средств, основные характеристики жидкости, то есть выдвигается идея комплексного подхода, позволяющего определить гидрогеологические и эксплуатационные технические показатели и порядок режима мониторинга.*

Ключевые слова. *Гидрогеологическая система, подземная вода, измерение уровня, “Большие данные”, алгоритмы обработки, мониторинг подземных вод, комплексный подход.*

Annotation. *In the article discusses the measurement of the regime-forming parameters of groundwater in monitoring wells of hydrogeological systems and their processing based on fuzzy models, algorithms for implementing "Big data" technologies, as well as the determination of the general state of hydraulic engineering and geological surveys. In monitoring the underground hydrosphere, the idea of an integrated approach is put forward, which allows to determine the functional activity of effective innovative hardware and software tools, the main characteristics of the fluid, that is, hydrogeological and operational technical indicators, and the regime of water resources connected to a renewable energy source, and the automated measurement system.*

Keywords. *Hydrogeological system, aquifers, level measurement, “Big data”, processing algorithms, groundwater monitoring, integrated approach.*

I KIRISH

Gidrotexnik qurilmalarni muhandis - geologik va gidrogeologik tadqiq qilishda yer osti suvlarining rejim parametrlarini va umumiy holatini aniqlash hamda kuzatuv nuqtalarida masofadan boshqaruvchi avtomatlashgan o‘lchov usullariga alohida ahamiyat berilmoqda. Ayniqsa olingan natijalar bo’yicha geoma’lumotlar va bilimlar bazasini yaratish, mos ravishda gidrogeologik obyektlarning axborot tizimini qurish, doimiy monitoring yuritish noravshan modellar asosida dunyoning rivojlangan mamlakatlarda, xususan AQSh, Niderlandiya, Daniya, Germaniya, Fransiya, Xitoy, Yaponiya va Rossiya kabi davlatlarda turli gidrogeologik sharoitlarning rejim parametrlarini monitoring qilishda avtomatlashgan o‘lchov usullarini takomillashtirishning algoritmlari hamda dasturiy vositalarini ishlab chiqish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g’risida»gi[1] PF-60-son Farmonida, jumladan “...milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish va yuqori o‘sish sur’atini ta’minlash, ... zamonaviy texnologiyalarini keng joriy etgan holda axborot tahlil tizimini yo‘lga qo‘yish hamda ilmiy tadqiqot natijalarini amaliyotga tatbiq etish” vazifalari berilgan. Geologo-gidrogeologik ob'ektlarning axborot tizimlari ma'lumotlar va bilimlar bazalarida integrallashgan axborot tarmog'ida ulanishi, yildan-yilga to'planib boruvchi katta ma'lumotlar, daliliy ashyoviy, sxematik va xaritografik ma'lumotlar hajmining tobora ortib borishi axborot-tahlil tizimilarining sezilarli darajada oshishiga olib kelmoqdi.

Tadqiqot metodologiyasi. Xalqaro va milliy adabiyotlar sharhi davomida so‘nggi yillarda amalga oshirilayotgan keng qamrovli institutsional islohotlar doirasida tog’ kon sanoati, geologiya va minaeral resurslar [1], gidrogeologiyava suv xo‘jaligi sohasida davlat boshqaruvi samaradorligini oshirish [2], yer osti vs usti suv resurslarini boshqarish tamoyillari [3] va tizimini takomillashtirish borasida raqamlashtirish chora-tadbirlari amalga oshirilmoqda.

Gidrogeologiya va gidrologiyada o’zaro suv almashinishi, yerlarning meliorativ holatini yaxshilashda yer osti suvi sathining roli, suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish, ularning hisobini yuritish tizimini takomillashtirish, shuningdek, axborot tahlil tizimlarini asosida monitoring yurituvchi tashkilotlarining moddiy-texnik bazasini mustahkamlash bo‘yicha ishlar izchil amalga oshirilmoqda. Shu bilan birga, gidrogeologik monitoring tizimini avtomatlashtirilgan o’lchov qurilma-dasturiy vositalar asosida isloh qilish hamda kuzatuv nuqtalarini mukammallashtirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar mazkur sohada boshqaruvning zamonaviy usullarini joriy etish dolzarb masalalardan bo’lib, yer osti suvi monitoringini infratuzilmasini yanada yaxshilashni talab etmoqda [4].

II ASOSIY QSIM

Integrallashgan axborot-tahlil tizimlari asosida qarorlar qabul qiluvchi o'z tanlovini asoslashi uchun zarur bo'lgan barcha ma'lumotlarga ega bo'lishi, avtomatlasugan o’lchov tizimlarini qo’lashi, nazariy va fundamental bilimlarni amaliy tadbiqi, yani matematik modellashtirish, amalga oshirish algoritmlari va dasturlash hamda geoaxborot tizimlarni

[1]O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

integratsiyalash evaziga erishiladi. Aynan o'sib borayotgan axborot oqimi hajmi va tezligi, unga ishlov berish algoritmlari, usullarining noaniqligi soha mutaxassislarini yangi, samaraliroq va eng muhimi, axborotli, tezkor hamda ishonchli boshqaruv vositalarini yaratish hisoblanadi.

Geoaxborot tuzimlari va texnologiyalari hududiy taqsimlangan obyektlar bo‘yicha qurilgan va keng tarqalgan kuzatuv natijalarini - modellashtirish dasturiy ta’minotiga uzatushi, modellashdan foydalangandan so’ng olingan natijalarni vaqt bo’yicha axborot tahlilini o’tkazib, geoaxborot tizimining xaritografik moduli asosida tasvirlash, aniq tasavvurga ega bo’lish, tushinarli va axborotlilik ustunlikni beradi. Binobarin, yer osti suvi monitoringining integrallashgan axborot tahlil tizimi raqobatbardoshligini oshirishga hissa qo'shishi uchun unga ushbu aniq rejim yurituvchi avtomatlashgan o’lchov tizimlarini, yani o'ziga xos ravishda obyektiv va subyektiv xatolik va aniqmasliklar masalalarini hal qiladigan original modullarni kiritish amalga oshirildi [3, 4].

Aloqa, axborotlashtirish va telekommunikatsiya texnologiyalari yordamida yer osti suvi monitoringini yuritish sohasidagi axborot tahlil tizimi, o'zining bashoratlash va samaradorlik bo’yicha natijalarini asoslash uchun lingvistik ma'lumotlardan foydalanish hamda noravshan algoritmlarni qo’llash ancha qulayroqdir. Ayniqsa samaradorlik ko’rsatgichlari mehnat va vaqt unimdorligi, iqtisodiy va ijtimoiy tamoillarni inobatga olib, noaniqliklarni ball va foizlarda o'z ichiga oladi hamda rentabellik 8% dan to 11% bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi [4].

Monitoring yuritilishini takomillashtirish va rejalashtirish bo’yicha [2, 3] quyidagi masalalarni hal qilishda noravshan usullar, qat’iymas modellar va Big data texnologiyalari hamda ishlov berish algoritmlardan foydalanib amalga oshirildi: ko'rsatkichlarni aniqmasligi yoki taxminiy ko'rsatishda hisoblash qiymatlari (to'g'ridan-to'g'ri qat’iymas hisoblash modellar); lingvistik ma'lumotlarga asoslangan qarorlarni shakllantirishda ma'lumotlar (noravshan prodyuktsion modellar); koeffitsent ko'rsatkichlarini toppish, o'zaro ta'sirini aniqlash va ularning qiymatlarini bashorat qilish (qat’iymas modellar va sun'iy neyron tarmoqlari); noaniqlik sharoitida ko'rsatkichlarning o’zgarish jarayonini tahlil qilish (qatorlar va qat’iymas koeffitsentli differentsial tenglamalar); hududiy taqsimlangan ob'ektlarning joylashuv o'rni, holati, ichki va tashqi muhit o'rtasidagi funktsional bog'liqlikni aniqlash (kognitiv modellar, geoaxborot mavzuli-sxemalar va xaritalar).

Mazkur modellar va algoritmlar asosida axborot tahlil tizimlari va boshqaruv dasturiy vositalariga joriy etish, yani noravshan matematik modellar, sun'iy neyron tarmoqlar, amalga oshirish algoritmlari va boshqalar, apparat-qurilmalari hamda kompyuter tizimlari bilan integratsiyasi, ayniqsa mukammallashgan rejimda ishlaydigan, ilgari sinovdan o'tkazilmagan, yangi texnologiya sifatida ishlaydigan vositalar taklif etiladi. Bundan tashqari, ushbu innovatsion texnologiya va qat’iymas modellar hisoblash experimenti yordamida olingan natijalar faktik ma’lumotlar bilan qiyosiy taqqoslashga hamda qo'shimcha izohlashni talab qiladi. Barcha ma'lumotlari noravshan to’plamlar asosga yani “katta malumotlar” tizimida haqiqiy natijalarni qayd etish (masalan, suv sathi, filtratsiya koeffitsenti, minerallashuv hisobi va harorat tizimlarida), shuningdek, aniq ma'lumotlar bilan hisob-kitoblarni amalga oshirishda qat’imas ma'lumotlarning tegishlilik funktsiyasi bilan berilgan ma'lum bir noravshan to'plamda aniqlanadi va mos ravishda (uchburchak, trapetsiya va Gaussyan) ifodaladadi [3, 4].

Biroq, noravshan to'plamlarning tegishlilik funktsiyalarining sanab o'tilgan turlarining ko'pchiligi nazariy jihatdan qiziqish uyg'otgan, amaliy foydalanish uchun tegishlilik funktsiyalari to'plamini bir yoki ikkita, masalan, uchburchak va trapetsiya shaklida cheklash tavsiya etiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan tegishlilik funktsiyalari xususiy holi bo’lib, ular bilan asosiy matematik modellashtirish jarayonlarini amalga oshirish mumkin, masalan, geologik terminlardan foydalangan holda noravshan sonlarning ehtimollik tasviri. Relyatsion geoma'lumotlar bazasida A - axborotlar to’plami quyidagi shaklida jadvallarda saqlanadi [2, 5]:

$$A=\{D_1, D_2,\dots D_n;G_1, G_2,\dots G_m;M_1, M_2,\dots M_l;\ n=\overline{1,N};m=\overline{1,M};l=\overline{1,L}\} \quad (1)$$

bu erda $D_1, \dots D_n$ – dastlabki yoki boshlang’ich ma’lumotlar; $G_1,\dots G_m$ -tashqi ta’sirlar yoki chegaraviy shartlar; $M_1, \dots M_l$ - atributli ma'lumotlarni o'z ichiga olgan mos ravishda munosabatlarning asosiy belgilari (ma’lumotlar bazasi jadvali);

Mazkur atribut ma'lumotlar $M_1, \dots M_l$ uchun noravshan ma'lumotlar to’plamni tanlab olish, qayd qilish va saqlab o'lishi kerak bo'lgan (1) ifodaga quyidagicha atributlarni qo'shish taklif etiladi: F_x – noravshan sxematik sonning a'zolik funktsiyasi turi maksimal qiymati;

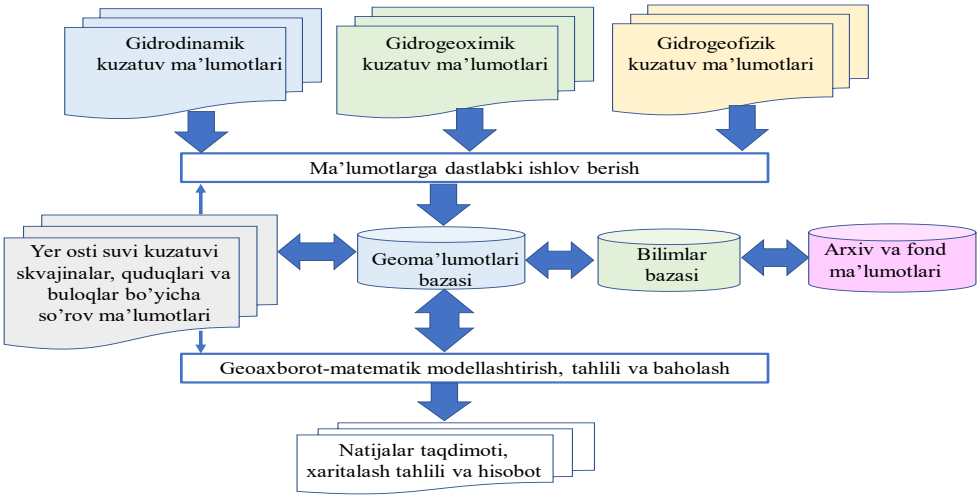
$F_x=\{ x_1, x_2, x_3,x_4; x\in X\}$ - burilish nuqtalariga mos keladigan a'zolik funktsiyasi argumentining qiymatlari. Aniq ma'lumotlar bazasi jadvallarida noravshan modellarni qo'llashning birinchi bosqichida ma'lumotlar bazasi [1, 5] va mavjud amaliy dasturiy ta'minot bilan ziddiyatlarga yo'l qo'ymaslik uchun yuqorida sanab o'tilgan maydonlarga noldan farqli ma’lumotlarni kiritish (Flaot) uchun ixtiyoriy qilish kerak (1-rasm). Ba'zi zamonaviy ArcINFO bazalarida, masalan, DBSIV, SQL Server, Oracle kabi dasturlar ma'lumotlarni ob'ekt modelini qo'llab-quvvatlaydi. Agar bunday DBMSlar axborot tizimining dasturiy ta'minotida mavjud bo'lsa, Big datada ob'ektlar ma’lumotlari sinflashtirilishi natijasi sifatida saqlanishi mumkin.

Keyingi bosqichda dasturiy ta'minotning yangi modullari joriy etilganda axborotlar haqiqiy ma'lumotlar qiymatlari sifatida, ma'lumotlar bazasi jadvallarining yangi kiritilishi kerak bo’lgan maydonlariga, mavjudlaridan esa saqlash uchun foydalanishda davom etishi mumkin. Ushbu yondashuv usuli mavjud modellashtirish dasturiy ta'minotni va Big data, geoaxborot texnologiyalari bilan hamoxang ishlashi hamda monitoring rejimini o'zgartirmasda foydalanish imkonini beradi.

Iqtisodiy soha ob'ektlarining axborot tahlil tizimlariga noravshan usullar va modellarni joriy etish bilan samaradorlik, yani sarf xarajatlarini monitoringning keyingi bosqichlarda ishlashini ta’minlash, barcha sarf xarajatlar yig’indisni hisobga olgan holda quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$S_{tqs}=S_{mbt} + S_{bds} + S_{advl} +S_{xdo}+S_{sxk}, \quad (2)$$

bundda S_{tqs} – taddbiq qilish samaradorligi, yani amalga oshirishda samaradorlik qiymati; S_{mbt} - ma'lumotlar bazasini tahrirlash yoki o'zgartirishga sarf xarajatlari; S_{bds} - ma'lumotlar bazalarida axborotlarni saqlash uchun qo'shimcha sarf xarajatlar; S_{advl} - amaliy dasturiy vositalarni loyihalash, yoki dasturiy ta'minotni qsim modulini ishlab chiqarish hamda o'zgartirish sarf xarajatlari; S_{xdo} – noravshan modellash usullari va modellardan foydalanadigan xodimlarni (kuzatuvchi, nazoratshilar, dasturchilar) tayyorlash sarf xarajatlari; S_{sxk} – Big data axborot tahlil tizimiga doimiy texnik xizmat ko'rsatish sarf xarajatlari va h.



1-rasm. Gidrogeologik monitoringining axborot oqimlari tizimi

O’z navbatida katta ma'lumotlar bazasini tahrirlash, o'zgartirish va dasturiy ta'minotni ishlab chiqish sarf xarajatlari [2] da keltirilgan uslublar yordamida hisoblanishi, bunday katta ma'lumotlar bazasida axborotlarni saqlash uchun qo'shimcha sarf xarajatlar, dastlab, ularga kiritiladigan ma'lumotlarning kerakligi, tartiblanganligi va hajmlari bilan belgilanadi. Ma'lumotlarni bazasini tahrirlash va saqlashning qo'shimcha hajmini quyidagi formulalardan foydalanib hisoblandi:

$$Q_b=D_j\cdot\sum_{i=1}^{D_N}A_{D_i}^{N}\cdot(1+4\cdot V_{DBMS}) \qquad (3)$$

bu erda Q_b - noaniq ma'lumotlarni saqlash uchun zarur bo'lgan qo'shimcha ma'lumot miqdori; D_j - ma'lumotlarni takrorlash soni (ma'lumotlar bazasidagi yozuvlar soni); D_N - o'zgartiriladigan ma'lumotlar bazasi jadvallari soni; $A_{D_i}^{N}$ i-jadvaldagi noaniq holga keltirilishi kerak bo'lgan atributlar soni; V_{DBMS} - aniq ma'lumotlar bazasida haqiqiy sonni saqlash uchun zarur bo'lgan xotira hajmi [3]. (3) formuladagi 1 va 4 raqamlari yangi kiritilgan atributlar sonini aks ettiradi: 1 butun (noravshan T sonining turi) va 4 haqiqiy (x_1, x_2, x_3, x_4 ma'lumotlari). Axborot tizimining ma'lumotlar bazalarida qat’iymas ma'lumotlarni saqlash mutaxassislaridan (muhandis-gidrogeolog, geolog) olingan ekspert bilimlarini yanada aniqroq to'plash imkonini beradi, shu bilan birga:

- ekspertlar tanlovini noyobligini, yani unifikatsiyalashtirish;
- ekspertlar imtiyozlarini, yani afzallikligini inobatga olish;
- ekspertlarning moyilligini saqlash (kam baholash yoki ortiqcha baholash);
- ekspertlarning xolisligini hisobga olish, yani qati’ymas usulda baholash dinamikasini kuzatishni amalga oshirilishi va h.

Olingan natijalar muhokamasi. Mutaxassis - ekspertlar tanlovini noyobligi, yani unifikatsiyalashtirish bo’yicha u yoki bu ekspert tomonidan berilgan baholarni ularning ma’lumotlar bazasidagi ixtisoslik identifikatori bilan solishtirishni nazarda tutildi. Bunday yondashuv mutaxassislarning mas'uliyatini oshiradi, shuningdek, kelajakda ekspertlik xususiyatlarni tanlashni osonlashtiradi. Mutaxassis - ekspertlarning imtiyozlarini, yani afzallikligi va moyilligini saqlash mutaxassislarning o'zlari uchun noravshan ma'lumotlar bilan ishlash qulayligini oshiradi - tizim har bir ekspertga u rozi bo'lishi yoki o'zgartirishi mumkin bo'lgan shaxsiy baholash to'plamini taklif qilishi ko’zda tutilgan. Bu borada, ekspert- o'z tahlili va

baholashlarini cheklangan miqdorda, biroq ma’no jihatidan to'liq hajmda kiritish talab qilinadi, binobarin kelajakda u o'zining to'plangan baholash ma'lumotlar bazasidan foydalanishi mumkin.

Mutaxassis - ekspertlarning moyilligini saqlashda olingan noaniq baholashlar dinamikasini tahlil qilish bilan, ularning malaka darajasini baholash imkonini beradi va ma’lumotlar sharhida rahbariyatiga tegishli xodimlarning malakasini oshirish (qayta tayyorlash) zarurligi to‘g‘risida qaror qabul qilishga imkon beradi.

XULOSA

To'plangan bilimlar qaror qabul qilish jarayonini ko’maklashishda bosqichma-bosqich intellektuallashtirish uchun asos bo'ladi. Ma'lumotlar bazasiga bilimlar bazasidan [1] ma’lum qiodalar asosida, so’rovlar tashkil qilinib, aniq xulosa chiqarish jarayonlarini umumlashtirib qarorlarni qo'llab-quvvatlashning to'liq tizimini amalga oshirishni ta'minlaydi. Noravshan modellarni muvaffaqiyatli amalga oshirish va ulardan samarali foydalanish uchun tashkiliy chora-tadbirlarni amalga oshirish ham nazarda tutiladi. Noravshan modellardan foydalanadigan va takomillashtiradigan loyiha va taqdimotlarni tajriba-sinov natijalari hamda hisoblash experimentlarni qiyosiy taqqoslash ham muhim rol o'ynaydi.

Xulosa qilib, yer osti suvi monitoring yuritish jarayonlarini axborot tizimlarida noravshan usullar va modellar bilan amalga oshirish, ayniqsa ma’lumotlar etishmovchiligida hamda noaniqlik sharoitida qarorlar qabul qilishga ko’maklashuvchi, shuningdek, bashoratlashni amalga oshiruvchi ham samarali vositalar taklif etiladi. Yondashuvlarni joriy qilishda bir qator texnik-texnologik, uslubiy va tashkiliy tadbirlarni amalga oshirish lozim: ma'lumotlar bazasi jadvallariga bilimlar bazasi qoidalari bilan geoaxborot tizimlari asosida hududiy taqsimlangan maydonlarni qo'shish orqali geoma'lumotlar bazalarini takomillashtirish, yangi qurilma-dasturiy ta'minotni qo’llanilishi, axborot -tahliliy dasturiy ta'minotni mukammallashtirish, tegishli huquqiy-me’yoriy, nizomiy ko'rsatmalarini yaratish bilan boshqaruv vositalaridan foydalanish.

ADABIYOTLAR

1. Djumanov J.J., Axralov Sh.S. Modeling of underground hydrosphere monitoring processes based on information sytems // Descendants of Muhammad al-Khorezmi” scientific-practical and information-analytical journal. - 2024. - № 1. P.30-33.
2. Akhralov Sh.S., Djumanov J.J. Mathematical modeling in hydrogeological research // Indiya. ACADEMICIA an international multidisciplinary research journal. 2021. - Vol. 11. - Issue 9. Impact Factor: = 7.492 SJIF 2021. - B. 431-439.

ысенко Ю.Г., Бизянов Е.Е., Хмелев А.Г. и др. Нечеткие модели и нейронные сети в анализе и управлении экономическими объектами: – Донецк: Юго-Восток, 2012. – 388 с.

егат А. Нечеткое моделирование и управление. –М.: БИНОМ; 2011. – 798 с.

иповые нормы времени на программирование задач на ЭВМ. – М: Экономика, 1989.