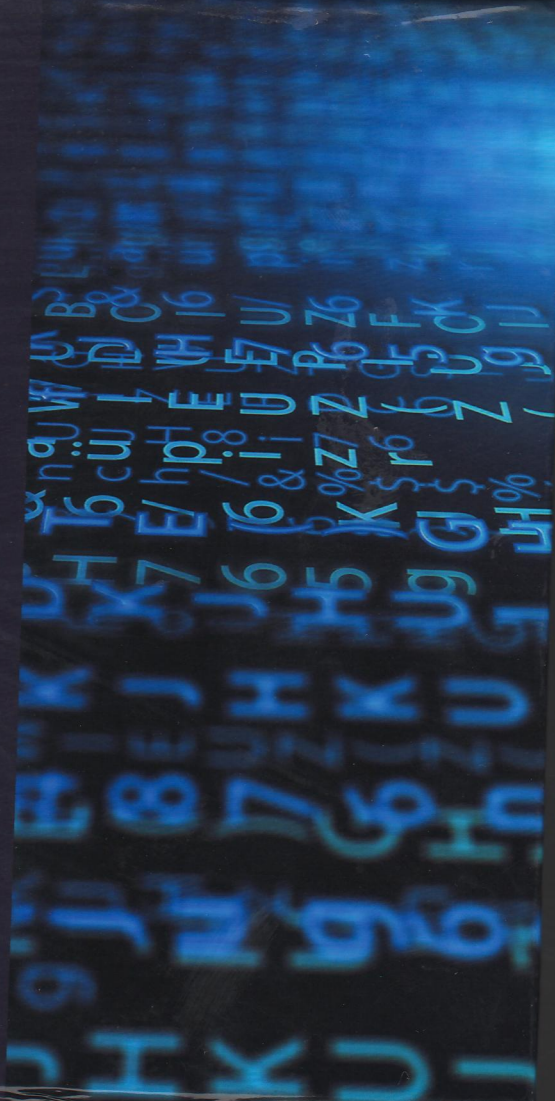


I. M. BOYNAZAROV
Sh. A. TOYIROV

MA'LUMOTLAR
TUZLMASI VA ALGORITMLAR



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEKNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARINI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEKNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
SAMARQAND FILIALI**

I. M. BOYNAZAROV, Sh. A. TOIROV

**MA'LUMOTLAR TUZLMASI VA
ALGORITMLAR**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
tomonidan talabalar uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2023

UO'K: 004.65(075)
KBK: 32.973-018.2ya73
B 81

I. M. Boynazarov, Sh. A. Toirov. Ma'lumotlar tuzilmasi va algoritmlar. O'quv qo'llanma. – T.: «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2023. 432 bet.

ISBN 978-9910-9838-7-0

O'quv qo'llanma algoritmlar, algoritmlarning murakkabligi, ma'lumotlar tuzilmasi haqida fundamental tushunchalarga bag'ishlangan. O'quv qo'llanma nazariy qism, nazorat savollari, amaliy ishlash uchun materiallardan tashkil topgan. Nazariy qismda ma'lumotlar tuzilmasi va algoritmlarning nazariy masalalari hamda abstrakt hisoblash mashinalari, algoritmlarning qiyinlik darajasini tahlili kabi ma'lumotlar bilan boyitilgan. Amaliy ishlar mustaqil bajarish uchun masalalar, namunaviy yechimlar bilan berilgan.

Ushbu o'quv qo'llanma 60610500 – Kompyuter injiniringi (“Kompyuter injiniringi”, “AT-servisi”, “Multimedia texnologiyalari”), 60610600 – Dasturiy injiniring, 60611000 – Telekommunikatsiya texnologiyalari (“Telekommunikatsiyalar”, “Teleradioeshittirish”, Mobil tizimlar), 60610300 – Axborot xavfsizligi (Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va servisi) ta'lim yo'nalishlari 2-kurs talabalari uchun mo'ljallangan.

UO'K: 004.65(075)
KBK: 32.973-018.2ya73

Taqrizchilar:

N.R.Zaynalov – TATU Samarqand filiali, “Axborot xavfsizligi” kafedrasi mudiri, dotsent;

E.Urinbayev – Samarqand davlat universiteti, “Matematik modellashtirish” kafedrasi dotsenti, DcS.

ISBN 978-9910-9838-7-0

© «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi», 2023

KIRISH

“Ma'lumotlar tuzilmasi va algoritmlar” fani talabalarni algoritmlarni ishlab chiqish va ularning qiyinligini baholashda qo'llaniladigan fundamental tushunchalar bilan tanishtiradi.

Fanning maqsadi – turli darajadagi diskret va kombinator optimallashtirish masalalar uchun samarali algoritmlarni ishlab chiqishga yondoshuvlarni o'rgatishdan iborat.

Fanning vazifasi – zamonaviy ma'lumotlar tuzilmasini turli hil tayanch operatsiyalarda samarali tadbiiq qilish uchun qo'llay olish va algoritmlarning qiyinlik darajasini baholash bo'yicha ko'nikmalarni shakllantirish.

Shuningdek, ushbu o'quv kursida masalalarning algoritmlar qiyinlik darajasiga mutanosibliigi kabi fundamental tushunchalar axborot sifatida o'rganiladi. Asosiy e'tibor algoritmlarning qiyinlik darajasini aniqlashni rekurrent tenglamalarni tuzish va ularning yechimini olish metodlari yordamida tushuntirishga qaratiladi. Qiyinlik darajasini baholashning klassik yondoshuvlari bilan bir qatorda bir guruh operatsiyalarni bajarish uchun o'rtacha bahoni aniqlash metodlari o'rganiladi.

Ma'lumotlar tuzilmasi va algoritmlar fanini o'rganish uchun “Diskret matematika”, “Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika”, “Dasturlash” kabi o'quv kurslari asos qilib olinadi. Ya'ni talabalar sanab o'tilgan o'quv fanlari bo'yicha bilimlarga ega bo'lishlari kerak.

Ushbu fanni o'rganish natijasida talabalar quyidagilarni bilishlari shart:

- masalaning mutanosibliigi va algoritmlarning qiyinlik darajasi tushunchasini;
- samarador algoritmlarni ishlab chiqishning asosiy usullari; dinamik dasturlash va “bo'lib tashla va hukmronlik qil” metodini;
- asosiy ma'lumotlar tuzilmasi va ular ustida bajariladigan amallarning qiyinlik darajasini;
- qidiruv daraxtining turlarini;

- grafda qidirishning asosiy algoritmlarini va ularning qiyinlik darajasini;

Bajara olishi shart:

- asosiy ichki saralash va qidiruv algoritmlarining qiyinlik darajasini aniqlay olish, rekurrent munosabatlar texnikasi qo'llay olishni;

- masalani yechishda samarali algoritmi ishlab chiqish uchun ma'lumotlar tuzilmasini tanlay olishni;

- qidiruv daraxtini qo'llay olishni;

- graflarda qidiruvning asosiy algoritmlarini tadbiq qilishni.

1-BOB. BOSHLANG'ICH TUSHUNCHALAR VA TA'RIFLAR

1.1. Asosiy tushunchalar

Kompyuter — bu axborotni qayta ishlovchi mashina bo'lib, unga aloqador har qanday fanni o'rganishda tabiiy ravishda shunday savollar tug'iladi: axborotlar kompyuter ichida qanday ko'rinishda tashkil etiladi, uni kompyuter qanday qayta ishlaydi va qanday ko'rinishda tasvirlaydi?

Axborot (ma'lumot) nima? — degan savolga bir qiymatli javob topish mushkuldir. Axborot informatika va informatsion texnologiyalari sohasidagi barcha fanlar uchun tayanch tushunchadir. Ma'lumki, fanning asosiy tushunchalari ta'riflarsiz va izohlarsiz qabul qilinadi. Masalan, geometriya fanidagi «nuqta», «to'g'ri chiziq», «tekislik» kabi tushunchalar bunga misoldir. Sababi, bu kabi tushunchalarni izohlash uchun ularga nisbatan elementar bo'lgan tushunchalar topish qiyin.

Axborot¹ — bu ish, voqea-hodisalar haqida tushuncha beruvchi xabar, ma'lumot.

Ma'lumot — bu biror bir obyekt, jarayon, hodisa yoki voqelikni ifodalab (tasniflab) beruvchi belgi yoki belgilar majmuasidir.

Berilgan ma'lumot (belgi)lar qanday qiymat qabul qilishiga qarab ma'lumotlarni bir qancha turlarga ajratish mumkin.

Ma'lumotning asosiy o'lchov birligi sifatida *bit* tushunchasi kiritilgan. Bit o'zaro bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikkita qiymatni o'zida saqlashi mumkin bo'lgan element bo'lib, bu qiymatlar — 0 (nol) va 1 (bir). Shuning uchun axborot kompyuterda nol va bir orqali kodlashiriladi. Kompyuter xotirasi bitlar ketma-ketligidan iborat. Qulaylik uchun bitlar guruhini ifodalovchi *bayt* (8 bit), *mashina so'zi*, *yacheyka* kabi tushunchalar ham ishlatiladi.

Ma'lumot xotirada bitlar ketma-ketligi shaklida tasvirlanib, mazmuniga binoan *o'zgaruvchi*, *o'zgarmas*, *adres*, *operand* va

¹ O'zbek tilining izohli lug'ati, J.1. A-D. Tahrir hayati: T.Mirzayev va boshq. —T: "O'zbekiston milliy ensiklopediyasi" DIN, 2006. — 680 b.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ахо, А. Структуры данных и алгоритмы / А.Ахо, Д.Хошкрофт, Д.Ульман. – М.: Вильямс, 2010. – 400 с.
2. Седжвик, Р. Алгоритмы на C++. – М.: Вильямс, 2014. – 1056 с.
3. Алгоритмы. Построение и анализ / Т.Кормен, и др. – М.: Вильямс, 2013. – 1328 с.
4. Скиена, С. Алгоритмы. Руководство по разработке. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 720 с.
5. Кормен, Т. Алгоритмы. Вводный курс. – М.: Вильямс, 2015. – 208 с.
6. Shaffer, C. Data Structures and Algorithm Analysis, Third Edition / C. Shaffer. – Dover Publications, 2013. – 624 p.
7. Weiss, M. Data Structures and Algorithm Analysis in C++, Fourth Edition / M. Weiss. – Addison-Wesley, 2014. – 656 p.
8. Googrich, M. Data Structures and Algorithms in C++, Second Edition / M. Googrich, R. Tamassia, D. Mount. – John Wiley & Sons, 2011. – 738 p.
9. Carrano, F. Data Abstraction & Problem Solving with C++, Walls and Mirrors, 6th Edition / F. Carrano, T. Henry. – Pearson, 2013. – 840 p.

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1-BOB. BOSHLANG'ICH TUSHUNCHALAR VA TA'RIFLAR.....	5
1.1. Asosiy tushunchalar.....	5
1.2. "Algoritm" tushunchasining paydo bo'lish tarixi.....	6
1.3. Algoritm nazariyasi natijalarining amaliy tadbiqlari.....	8
1.4. Algoritm tushunchasini formallashtirish.....	9
1.5. Ma'lumotlar tuzilmasi va dasturlash texnologiyalari.....	12
Nazorat savollari.....	15
2-BOB. ABSTRAKT HISOBLASH MASHINALARI.....	16
2.1. Post mashinasi.....	16
2.2. Turing mashinasi va algoritmik hal qilinadigan masalalar.....	20
2.3. Algoritmik hal etilmaydigan masalalar.....	22
Nazorat savollari.....	24
3-BOB. ALGORITMLAR TAHLILI.....	25
3.1. Algoritmning qiyosiy bahosi.....	25
3.2. Murakkablik funksiyasining ko'rinishiga qarab algoritmlarni klassifikatsiyalash.....	26
3.3. Funksiyalarning asimptotik tahlili.....	28
3.4. Algoritm murakkabligi va vaqt bo'yicha baholash.....	32
3.5. Oddiy algoritmlar tahliliga misollar.....	34
3.6. Vaqtni baholashga o'tish.....	35
3.7. Operatsiyalar bo'yicha vaqt tahliliga misollar.....	39
3.8. Algoritmning murakkabligining nazariy meyorlari.....	42
3.9. Rekurrent munosabatlar.....	45
Nazorat savollari.....	52
4-BOB. MA'LUMOTLAR TUZILMASIGA KIRISH.....	54
4.1. Ma'lumotlar tuzilmasi tushunchasi.....	54
4.2. Ma'lumotlar tuzilmasini sinflashtirish.....	56
4.3. Ma'lumotlarning oddiy (standart) turlari.....	61
4.4. Ma'lumotlar abstrakt turlari.....	63
4.4.1. Ma'lumotlarning abstrakt turi tushunchasi.....	63
4.4.2. Massivlar.....	66
4.4.3. Bog'langan ro'yxatlar.....	68

4.4.4. Stek	70
4.4.5. Navbat	72
4.4.6. Daraxt	76
4.4.7. Graf	82
Nazorat savollari	85
5-BOB. MA'LUMOTLAR TUZILMASINING AMALIY TADBIQLARI	87
5.1. Massivlar	87
5.2. To'plam	100
5.3. Yarim statik ma'lumotlar tuzilmalari	110
5.3.1. Navbat	111
5.3.2. Stek	114
5.4. Ro'yxatlar	120
5.5. Qo'shimcha o'rganish uchun materiallar	123
5.5.1. Stek tuzilmasini statik massiv yordamida tatbiq qilish	127
5.5.2. Stek yordamida yechiladigan masalalar	129
5.5.3. Navbat tuzilmasini statik massiv yordamida tatbiq qilish	136
5.5.4. Dek tuzilmasi bilan ishlash	141
5.5.5. Assosiativ konteynerlar	143
5.5.6. Multiset konteyneri	148
5.5.7. Map lug'ati	151
Topshiriqlar	152
Nazorat savollari	154
6-BOB. DINAMIK MA'LUMOTLAR TUZILMASI	155
6.1. Bog'langan ro'yxatlar haqida tushuncha	155
6.3. Bir va ikki bog'lami ro'yxatlar ustida bajariladigan amallarga misollar	162
6.4. Halqasimon bog'lami ro'yxatlar	170
6.5. Yarimstatik ma'lumotlar tuzilmasini dasturda bog'lami ro'yxat ko'rinishida ifodalash	177
Nazorat savollari	180
7-BOB. CHIZIQLI BO'LMAGAN MA'LUMOTLAR TUZILMALARI	182
7.1. Daraxt tuzilmasi	182

7.3. Binar Heap tuzilmalari bilan ishlash	191
7.4. Arifmetik ifodalarni daraxt yordamida yoyish	197
7.5. Graf tuzilmalari	208
7.5.1. Graflarning amaliy tadbirlari: Prim-Kraskal masalasi	210
7.5.2. Eng qisqa yo'lni topish masalasi - Deykstr algoritmi	212
7.5.3. Floyd-Uorshell algoritmi	226
7.5.4. Optimal joylashtirish masalasi	243
7.5.5. Kommivoyajyor masalasini yechish metodlari	245
Nazorat savollari	258
8-BOB. SARALASH ALGORITMLARINI TADQIQ QILISH	259
8.1. Saralash algoritmlari: asosiy tushunchalar	259
8.2. Ichki saralash algoritmlari	261
8.2.1. To'g'ridan-to'g'ri qo'yish orqali saralash algoritmi	262
8.2.2. To'g'ridan-to'g'ri tanlash usuli	264
8.2.3. To'g'ridan-to'g'ri almashtirish usuli	266
8.3. Saralashning yaxshilangan usullari	268
8.3.1. Sheyker saralash algoritmi	268
8.3.2. Shell saralash algoritmi	270
8.3.3. Daraxt yordamida saralash	274
8.3.4. Binar piramidali saralash	278
8.3.5. Tez saralash usuli	282
8.3.6. Birlashtirish bilan saralash usuli	287
8.3.6.1. Ikki yo'lli birlashtirish usuli	290
8.3.6.2. Pastga yo'nalgan birlashtirish bilan saralash	293
8.3.6.3. Yuqoriga yo'naltirib birlashtirishli saralash	296
8.4. Tashqi saralash algoritmlari	298
8.4.1. Oddiy birlashtirish bilan saralash	300
8.4.2. Tabiiy birlashtirish bilan saralash	303
8.5. Qo'shimcha o'rganish uchun materiallar	308
8.4.1. STL kutubxonasi dagi saralash algoritmlari	308
8.4.2. Barqaror saralash	309
8.4.3. Partition algoritmi	311
8.4.4. Tez saralash - QuickSort algoritmi	312
8.4.5. Hisoblash bilan saralash usuli	314
8.4.6. Razryad bo'yicha saralash (radix_sort)	315

I. M. BOYNAZAROV, SH. A. TOIROV

MA'LUMOTLAR TUZILMASI VA ALGORITMLAR

Toshkent – «Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi» – 2023

Muharrir: Sh. Kuserbayeva
Tex. muharrir: Sh. Mirqosimova
Rassom: U. Ortiqov
Kompyuterda
sahifalovchi: D. Bakirova



E-mail: tipografiyacent@mail.ru Tel: 97-450-11-14, 93-381-22-07.

Bosishga ruxsat etildi 22.08.2023.

Bichimi 60x84 1/16. «Times New Roman» garniturası.

Ofset bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 27,25. Nashriyot bosma tabog'i 27,0.

Tiraji 100. Buyurtma № 65.

«Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi»
bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent sh., Foziltepa ko'chasi, 22 b uy.