INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL OF BIRUNI
ISSN (E) 2181-2993
Volume 5, Issue 2. (2026)

UO‘K (UDK): 626.86:627.14

SUV OLIB KELUVCHI KANALNING LOYQALANISHINI KAMAYTIRISH VA NASOS STANSIYASI ISH REJIMINI YAXSHILASHNING KOMPLEKS USULI

A.I.Qurbonov
Qarshi davlat texnika universiteti

ANNOTATSIYA

Maqolada QMK dan suv oladigan M-3 kanalining loyqalanish sabablari tahlil qilingan va kanal, avankamera hamda nasos agregatlari parametrlarini birgalikda tanlashga asoslangan kompleks usul taklif etilgan. Amaldagi kam sarflarda (7-11 m³/s) kanalning tashish qobiliyati zarur qiymatdan 30-400 marta kam bo‘lishi va kelgan loyqaning 98 % i kanalda cho‘kishi ko‘rsatilgan. Yillik xarajatlar minimumi mezoni bo‘yicha kanalning optimal ish rejimi (V-IX oylarda 36 m³/s, boshqa oylarda 32 m³/s) va M-3-1 oldidagi loyqa tindirgichning yuzasi (14 000 m²) aniqlangan. Kompleks usul kanaldagi cho‘kindini 74 % ga, yillik xarajatlarni 2,61 mlrd so‘mga (7,7 %) kamaytiradi; qoplanish muddati 1,1 yil.

Kalit so‘zlar: *nasos stansiyasi, suv olib keluvchi kanal, loyqa oqiziqlar, tashish qobiliyati, loyqalanmaslik tezligi, loyqa tindirgich, ish rejimi, iqtisodiy samaradorlik.*

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЗАИЛЕНИЯ ПОДВОДЯЩЕГО КАНАЛА И УЛУЧШЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы причины заиления канала М-3, забирающего воду из КМК, и предложен комплексный метод, основанный на совместном выборе параметров канала, аванкамеры и насосных агрегатов. Показано, что при фактических малых расходах (7-11 м³/с) транспортирующая способность канала в 30-400 раз меньше требуемой и 98 % поступающих наносов осаждается в канале. По критерию минимума годовых затрат определены оптимальный режим работы канала (36 м³/с в мае-сентябре и 32 м³/с в остальные месяцы) и площадь отстойника перед станцией М-3-1 (14 000 м²). Комплексный метод снижает отложения в канале на 74 % и годовые затраты на 2,61 млрд сумов (7,7 %); срок окупаемости 1,1 года.

Ключевые слова: *насосная станция, подводящий канал, наносы, транспортирующая способность, незаиляющая скорость, отстойник, режим работы, экономическая эффективность.*

A COMBINED METHOD FOR REDUCING SILTATION OF THE APPROACH CANAL AND IMPROVING THE OPERATING REGIME OF A PUMPING STATION

ABSTRACT

The causes of siltation of the M-3 canal fed by the Karshi Main Canal are analysed, and a combined method based on the joint selection of canal, forebay and pumping unit parameters is proposed. At the present low discharges (7-11 m³/s) the sediment transport capacity of the canal is 30-400 times lower than required, and 98 % of the incoming sediment settles in the canal. Using the minimum annual cost criterion, the optimal canal regime (36 m³/s in May-September and 32 m³/s in the other months) and the area of a settling basin upstream of the M-3-1 station (14,000 m²) were determined. The combined method reduces canal deposits by 74 % and annual costs by 2.61 billion sum (7.7 %), with a payback period of 1.1 years.

Keywords*: pumping station, approach canal, sediment, transport capacity, non-silting velocity, settling basin, operating regime, economic efficiency.*

KIRISH

Amudaryodan to‘g‘onsiz suv olish sharoitida Qarshi magistral kanali (QMK) va undan suv oladigan kanallarga katta miqdorda loyqa oqiziqlar keladi [1, 2]. QMK bosh o‘zanida cho‘kindilarning 85 % dan ortig‘i dastlabki 4 km da to‘planadi va ularni tozalash uchun har yili katta mablag‘ sarflanadi [3]. Kichik nasos stansiyalariga suv olib keluvchi kanallarda esa muammo boshqacha namoyon bo‘ladi: stansiya kam sarf bilan ishlaganda kanaldagi tezlik keskin kamayadi, kanal loyqalanadi va o‘simlik bilan qoplanadi, bu esa stansiya bosimini va energiya sarfini oshiradi [4, 5].

Kanallarning loyqa tashish qobiliyati nazariyasi M.A.Velikanov [6], S.T.Altunin [7] va boshqalarning ishlarida, tindirgichlarni hisoblash usullari A.Hazen [8] va T.R.Camp [9] ishlarida ishlab chiqilgan. Loyqa oqiziqlarning nasos stansiyalari ishiga ta’siri L.A.Maksudovaning [5] tadqiqotida o‘rganilgan. Biroq kanalning ish rejimi, loyqa tindirgich, avankamera va agregatlar rejimini yagona mezon bo‘yicha birgalikda tanlash masalasi ko‘rib chiqilmagan. Odatda kanalning loyqalanishi mexanik tozalash bilan, energiya sarfi esa agregatlar rejimi bilan alohida hal qilinadi.

Tadqiqotning maqsadi - M-3 kanali misolida suv olib keluvchi kanalning loyqalanishini kamaytirish va nasos stansiyasi ish rejimini yaxshilashning kompleks usulini ishlab chiqish va uning samaradorligini baholashdan iborat.

Tadqiqot metodikasi. M-3 kanalining parametrlari sun'iy yo'ldosh tasvirlari va ekspluatatsiya ma'lumotlari bo'yicha qabul qilindi: suv yuzasi bo'yicha kengligi 25 m, chuqurligi 1,5-3,0 m, hisobiy tub kengligi 13 m, qiyalik koeffitsiyenti 2. Kanaldagi loyqalik 0,5-1,0 kg/m³, hisobiy fraksiyalar 0,1; 0,05 va 0,02 mm (ulushlari 10, 30 va 60 %). Hisobiy uchastkalar: M-3-1 gacha bo'lgan bosh uchastka (10 km) va M-3-1 - M-3-2 oralig'idagi kanal (5 km).

Har bir fraksiya bo'yicha kanalning tashish qobiliyati M.A.Velikanovning gravitatsion nazariyasi [6] asosida baholandi:

$$S_{*k} = K\,\frac{v^3}{g\,R\,w_k}, \tag{1}$$

bu yerda: S_{*k} - k-fraksiya bo'yicha tashish qobiliyati, kg/m³; v - o'rtacha tezlik, m/s; R - gidravlik radius, m; w_k - gidravlik yiriklik, m/s; $K = 0{,}016$ kg/m³ - loyihaviy sarfda eng yirik fraksiya to'liq tashilish shartidan aniqlangan koeffitsiyent.

Kelayotgan konsentratsiya S_{0k} tashish qobiliyatidan katta bo'lganda uchastkada muvozanatsiz cho'kish qonuni bo'yicha cho'kadigan massa:

$$\Delta M_k = Q\,\Delta t(S_{0k} - S_{*k})\left[1 - \exp\left(-\frac{\alpha\,w_k\,L}{v\,h}\right)\right], \tag{2}$$

bu yerda: Q - sarf, m³/s; Δt - hisobiy vaqt qadami, s; α - to'yinish koeffitsiyenti; L - uchastka uzunligi, m; h - chuqurlik, m. Ushbu qonun QMK bosh o'zanidagi natura o'lchovlari [3] bilan tekshirildi: cho'kindilar taqsimoti 4,4 % gacha aniqlikda tasvirlandi, ekvivalent zarracha diametri 0,056 mm ni tashkil etdi.

k-fraksiya cho'kmasligi uchun zarur bo'lgan minimal sarf $S_{*k} = S_{0k}$ shartidan aniqlanadi:

$$Q_{\text{ln},k} = \omega\left(\frac{S_{0k}\,g\,R\,w_k}{K}\right)^{1/3}. \tag{3}$$

Oylik suv hajmi o'zgarmagan holda kanaldagi sarfni oshirish uchun «ish oynasi» rejimi qo'llanildi: stansiya sutkada qisqa vaqt katta sarf bilan ishlaydi. Sutka davomidagi ish vaqti:

$$t_{\text{ish}} = 24\,\frac{\bar{Q}_1}{\max(\bar{Q}_1;\,Q_{\min})},\ \text{soat}, \tag{4}$$

bu yerda: $\bar{Q}_1$ - oylik o'rtacha sarf; $Q_{\min}$ - ish oynasidagi minimal sarf. M-3-1 oldidagi loyqa tindirgichning ushlash samaradorligi A.Hazen [8] modeli bo'yicha hisoblandi:

$$\eta_{\text{tr},k} = 1 - \exp\left(-\frac{w_k\,A_{\text{tr}}}{Q}\right), \tag{5}$$

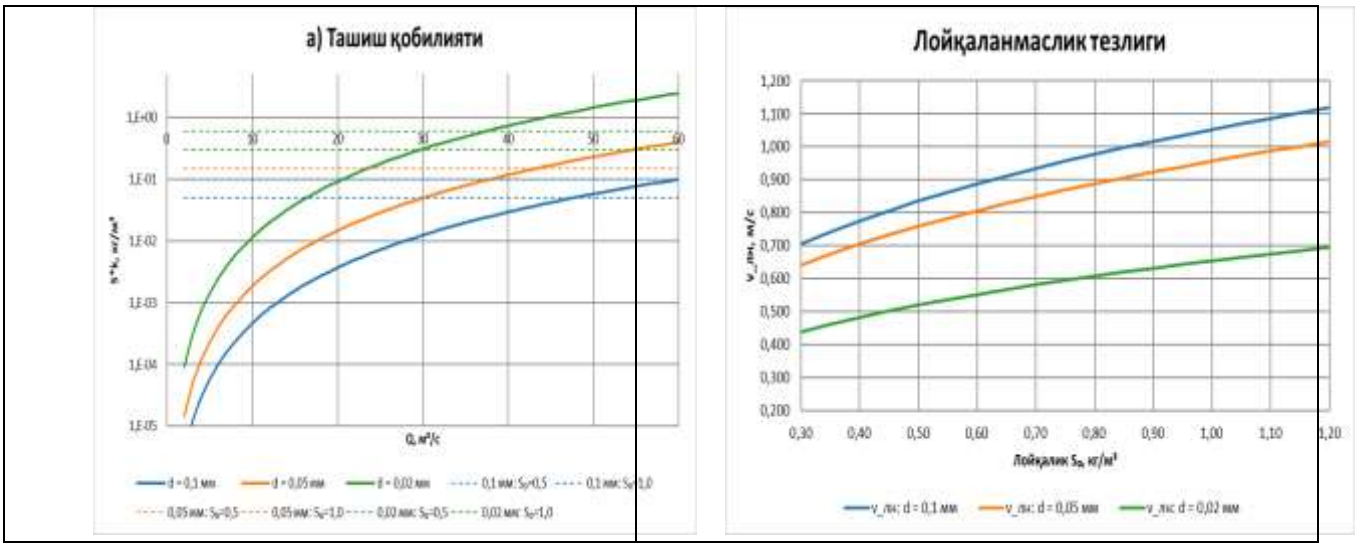
bu yerda: A_{tr} - tindirgich yuzasi, m².

Variantlarni solishtirish mezoni sifatida yillik xarajatlar qabul qilindi:

$$C_{\text{yil}} = c_{\text{e}}(E_1 + E_2) + c_{\text{kl}}V_{\text{kl}} + c_{\text{tr}}V_{\text{tr}} + c_{\text{o't}}N_{\text{o't}}L + c_{\text{r}}N_{\text{r}} + K_{\text{tr}}\,\text{CRF} \rightarrow \min, \quad (6)$$

bu yerda: c_{e} - elektr energiyasi narxi (1 100 so‘m/kVt·soat [10]); V_{kl}, V_{tr} - kanaldan va tindirgichdan mexanik tozalanadigan loyqa hajmi, m³; $N_{\text{o't}}$ - o‘t o‘rishlar soni; N_{r} - panjaralarni tozalashlar soni; $K_{\text{tr}}\,\text{CRF}$ - tindirgichga kapital qo‘yilmaning yillik ulushi. Hisob ikki yillik sutkalik model bo‘yicha bajarildi; $Q_{\min}$ va A_{tr} ning 378 ta kombinatsiyasi ko‘rib chiqildi. Energiya sarfi M-3-1 va M-3-2 ning 2016-2025 yillar ma’lumotlari bo‘yicha kalibrlangan modeli bilan hisoblandi (yillik energiya sarfi bo‘yicha o‘rtacha xatolik 7,5 % va 6,1 %).

Natijalar va muhokama. Kanalning loyqa tashish xususiyatlari 1-rasmda ko‘rsatilgan. 2020-2025 yillardagi o‘rtacha sarflarda (7-11 m³/s) kanaldagi tezlik 0,12-0,19 m/s bo‘lib, barcha fraksiyalar bo‘yicha tashish qobiliyati kelayotgan konsentratsiyadan 1,5-2,5 tartib past, ya’ni zarur qiymatdan 30-400 marta kam. Shu sababli kanalga kelgan loyqaning 98 % i (yiliga taxminan 155 ming m³) kanalning o‘zida cho‘kadi. Mayda fraksiya (0,02 mm) uchun loyqalanmaslik sarfi 30-37 m³/s (tezlik 0,52-0,65 m/s), o‘rta va yirik fraksiyalar uchun 43-60 m³/s ni tashkil etadi. Demak, kanal loyihada deyarli loyqalanmaydigan qilib hisoblangan, ammo bu shart faqat katta yuklamada bajariladi.



1-rasm. M-3 kanalining loyqa tashish xususiyatlari: a - fraksiyalar bo‘yicha tashish qobiliyatining sarfga bog‘liqligi (rangli polosalar - kelayotgan fraksiya konsentratsiyasi); b - loyqalanmaslik sarfi va tezligining loyqalikka bog‘liqligi

Shu natijalar asosida kompleks usul ishlab chiqildi. U quyidagi tadbirlarni birlashtiradi: 1) kanalda ish oynasi rejimi - stansiya sutkada 5-7,5 soat loyqalanmaslik sarfiga yaqin sarf bilan ishlaydi; 2) M-3-1 oldida yirik fraksiyalarni ushlab qoluvchi loyqa tindirgich; 3) ishlayotgan agregatlarni avankamera o‘qiga nisbatan simmetrik va texnik holatiga qarab tanlash, parraklar burchagini rostlash; 4) avankameradagi sathni loyihaviydan 0,2 m dan ortiq pasaytirmaslik; 5) kanal, tindirgich va panjaralarga ularning o‘lchangan holatiga qarab xizmat ko‘rsatish.

378 ta variant bo‘yicha yillik xarajatlar minimumi V-IX oylarda $Q_{\min} = 36$ m³/s, boshqa oylarda 32 m³/s va $A_{\text{tr}} \approx 14\,000$ m² (560 m × 25 m, 1,5 m chuqurlashtirish) bo‘lganda erishildi. Kanalning optimal parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

M-3 kanalining optimal ish parametrlari

Parametr	**Amaldagi holat**	**Optimal qiymat**
Ish sarfi Q_1, m³/s	7-11 (24 soat)	V-IX: 36; boshqa oylar: 32 (sutkada 5-7,5 soat)
Kanaldagi tezlik, m/s	0,12-0,19	0,56-0,64
G‘adir-budurlik koeffitsiyenti n	yozda 0,035 gacha	≤0,030 (o‘t o‘rish 1 maygacha)
Cho‘kindi qatlami, m	0,76 gacha	≤0,2
Loyqa tindirgich	yo‘q	14 000 m² (560 m × 25 m)
Kanalda cho‘kadigan loyqa, ming m³/yil	155,5	41,3 (+28,0 tindirgichda)

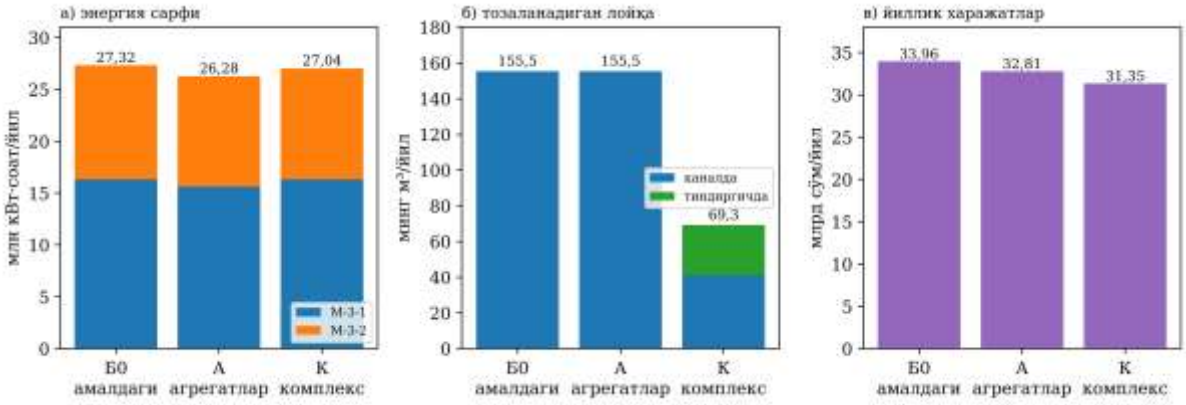
Tavsiya etilgan sarfda kanaldagi tezlik 0,56-0,64 m/s bo‘lib, mayda fraksiyaning loyqalanmaslik tezligidan katta va suglinok grunt uchun ruxsat etilgan yuvilmaslik tezligidan (taxminan 1,0 m/s) kichik. Tindirgich 0,1 mm li fraksiyaning asosiy qismini ushlab qoladi, shu sababli ish oynasi rejimida nasoslardan o‘tadigan yirik zarrachalar miqdori amaldagi darajada saqlanadi. Tindirgichsiz esa bu miqdor 0,1 mm li zarrachalar bo‘yicha qariyb 40 baravar ortar edi.

Ish rejimlarini solishtirish natijalari 2-jadval va 2-rasmda keltirilgan. Faqat agregatlar rejimini yaxshilash (A rejimi) energiyani eng ko‘p tejaydi (−3,8 %), ammo kanalning loyqalanishiga ta’sir qilmaydi. Kompleks usul (K) energiya sarfini amaldagi rejimga nisbatan 1,0 % ga kamaytiradi, kanaldagi cho‘kindini esa 155,5 dan 41,3 ming m³ gacha, ya’ni 74 % ga kamaytiradi. Panjaralarni tozalashlar soni yiliga 53 dan 8 tagacha qisqaradi. Natijada yillik xarajatlar 33,96 dan 31,35 mlrd so‘mgacha (2,61 mlrd so‘m yoki 7,7 %) kamayadi.

2-jadval

Ish rejimlarining yillik ko‘rsatkichlari va iqtisodiy samaradorligi

Ko‘rsatkich	B0 - amaldagi	A - agregatlar	K - kompleks
$E_1 + E_2$, mln kVt·soat	27,32	26,28	27,04
Kanalda cho‘kkan loyqa, ming m³	155,5	155,5	41,3
Tindirgichda ushlangan loyqa, ming m³	-	-	28,0
Panjaralarni tozalashlar soni	53	53	8
Yillik xarajatlar, mlrd so‘m	33,96	32,81	31,35
Kapital xarajatlar, mlrd so‘m	-	1,69	2,92
Sof diskontlangan daromad (NPV), mlrd so‘m	-	3,84	10,86
Qoplanish muddati, yil	-	1,6	1,1



2-rasm. Ish rejimlarini solishtirish: a - yillik energiya sarfi; b - mexanik tozalanadigan loyqa hajmi; v - yillik xarajatlar

Iqtisodiy samaradorlik 10 yillik davr va 14 % diskont stavkasi bo‘yicha hisoblandi [11]. Kompleks usulni joriy qilish uchun kapital xarajatlar (tindirgich va o‘lchov vositalari) 2,92 mlrd so‘mni tashkil etadi; yillik sof samara 2,64 mlrd so‘m, NPV 10,86 mlrd so‘m, ichki daromadlilik me’yori 90 %. Sezgirlik tahlili shuni ko‘rsatdiki, mexanik tozalash narxi, loyqalik va elektr energiyasi narxi o‘zgarganda ham kompleks usulning tejamkorligi yiliga 1,46-4,32 mlrd so‘m oralig‘ida saqlanadi. Eng noqulay holatda, kanaldagi chuqurlik 2,0 m bo‘lganda, qoplanish muddati 3,4 yilgacha ortadi.

Energiya va loyqa orasida murosa mavjud: ish oynasidagi sarf ortgan sari kanaldagi cho‘kindi kamayadi, ammo energiya tejamkorligi ham kamayadi. Masalan, V-IX oylardagi minimal sarf 20-25 m³/s bo‘lganda energiya 3,1-3,5 % tejaladi va cho‘kindi 11-19 % kamayadi; 35-40 m³/s bo‘lganda esa energiya 1,7-2,3 % tejaladi, cho‘kindi 45-59 % kamayadi. Barcha ko‘rib chiqilgan variantlarda energiya ham,

loyqa ham amaldagi rejimdan kam bo‘ldi. Shuning uchun ish oynasidagi sarfni loyqalik mavsumiga qarab tanlash maqsadga muvofiq.

XULOSA

1. Amaldagi kam sarflarda (7-11 m³/s) M-3 kanalining tashish qobiliyati zarur qiymatdan 30-400 marta kam va kelgan loyqaning 98 % i (yiliga 155 ming m³) kanalda cho‘kadi; mayda fraksiya uchun loyqalanmaslik sarfi 30-37 m³/s.
2. Kanalning optimal ish rejimi aniqlandi: ish oynasidagi sarf V-IX oylarda 36 m³/s, boshqa oylarda 32 m³/s, kanaldagi tezlik 0,56-0,64 m/s, g‘adir-budurlik koeffitsiyenti 0,030 dan, cho‘kindi qatlami 0,2 m dan ko‘p emas; M-3-1 oldida yuzasi 14 000 m² bo‘lgan loyqa tindirgich tavsiya etildi.
3. Kanal, tindirgich, avankamera va agregatlar rejimini birlashtiruvchi kompleks usul kanaldagi cho‘kindini 74 % ga, energiya sarfini 1,0 % ga, yillik xarajatlarni 2,61 mlrd so‘mga (7,7 %) kamaytiradi.
4. Kompleks usulni joriy qilish uchun kapital xarajatlar 2,92 mlrd so‘m, sof diskontlangan daromad 10,86 mlrd so‘m, qoplanish muddati 1,1 yil.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Норкулов Б.Э. Характерные особенности р. Амударья при бесплотинном водозаборе (на примере водозабора КМК) // Материалы Республиканской научно-практической конференции. - Ташкент, 2012. - №1. - С. 155-156.
2. Норкулов Б., Назаралиев Д.В., Жумабаева Г.У. Изменение гидрологического режима реки при бесплотинном водозаборе // Агро илм. - 2018. - №6.
3. Qurbanov A., Norkulov B., Umidullayev M., Jumabayeva G.U. To‘g‘onsiz suv olish sharoitida magistral kanal kirish qismida loyqa cho‘kindilari dinamikasini tahlil qilish va zemsnaryadlar ishlash samaradorligini oshirish // [nashr ma’lumotlari aniqlashtirilsin]
4. Bazarov D.R., Glovatskiy O.Ya., Uralov B.R., Norkulov B.E., Xidirov S.K. Qarshi magistral kanali va nasos stansiyalar kaskadi ekspluatatsiyasi bo‘yicha qo‘llanma. - Toshkent, 2023.
5. Максудова Л.А. Влияние наносов на режим эксплуатации насосных станций: дисс. … доктора философии (PhD) по техн. наукам: 05.09.07. - Ташкент: ТИИИМСХ, 2024.
6. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. Т. 2. Наносы и русло. - М.: Гостехиздат, 1955.
7. Алтунин С.Т. Регулирование русел. - М.: Сельхозиздат, 1962.

8. Hazen A. On sedimentation // Transactions of the American Society of Civil Engineers. - 1904. - Vol. 53. - P. 45-88.
9. Camp T.R. Sedimentation and the design of settling tanks // Transactions of the American Society of Civil Engineers. - 1946. - Vol. 111. - P. 895-936.
10. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2026 yil 15 maydagi 243-son qarori asosida 2026 yil 1 iyundan belgilangan elektr energiyasi tariflari.
11. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). - М.: Экономика, 2000. - 421 с.