

**ВСЕСОЮЗНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ  
(ВНИИ «ВОДГЕО») Госстроя СССР**

---

**ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по определению рационального варианта  
очередности строительства  
канализационных очистных сооружений**

Москва — 1982

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ  
(ВНИИ "ВОГЕО") ГОССТРОЯ СССР

Утверждены

Директором института  
член-корр. АН СССР

С. В. Яковлевым

"15" ноября 1982 г.

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОЧЕРЕДНОСТИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Москва - 1982

УДК 628.3; 339.94

### ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по определению рационального варианта очередности  
строительства канализационных очистных сооружений

ВНИИ "ВОДГЕО", 1982

Рекомендации по определению оптимального варианта очередности строительства канализационных очистных сооружений составлены в соответствии с основными положениями "Методики определения экономической эффективности капитальных вложений"/1981г./, "Инструкции по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве" /СН 423-71/ и предназначены для использования в научно-исследовательских и проектных организациях занятых разработкой и проектированием очистных сооружений

Рекомендации разработаны лабораторией технико-экономических исследований ВНИИ "ВОДГЕО" /к.э.н. А.А.Безруков, ст.инженер Р.Х.Бобоходжиев/ и кафедрой экономики и организации строительства Таджикского политехнического института /доц. к.т.н. А.Тешаев/.

Настоящие рекомендации рассмотрены и рекомендованы к опубликованию в качестве временных на совместном заседании секций НТС межведомственной координации научно-исследовательских работ Госстроя Таджикской ССР 13 февраля 1981 г. и на заседании секции НТС по канализации и очистке сточных вод ВНИИ "ВОДГЕО" 11 ноября 1982 г. и утверждены в печать директором ВНИИ "ВОДГЕО" член-корр. АН СССР С.Б.Яковлевым 15 ноября 1982 г.

Научный редактор

д. э. н. Л. П. Сидорин

## В В Е Д Е Н И Е

Реализация мероприятий по охране и рациональному использованию родных ресурсов, и, в частности, строительство и эксплуатация канализационных очистных сооружений требует значительных народнохозяйственных затрат.

В свете современных требований эффективного использования капитальных вложений, задача определения оптимального варианта очередности строительства канализационных очистных сооружений приобретает важное значение.

В настоящих рекомендациях предлагается выбор экономически целесообразного варианта проектного решения строительства канализационных очистных сооружений осуществлять по минимуму приведенных затрат, определяемых в зависимости от производительности и степени использования установленной мощности сооружений, темпов лишнего строительства и прироста объемов выпускаемой продукции на промышленных предприятиях района /города/.

В рекомендациях приведены формулы определения капитальных вложений и эксплуатационных затрат в зависимости от проектной производительности очистных сооружений, предложены экономико-математические модели и графики для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство их по очередям, дан пример расчета.

Расчетные формулы для определения капитальных вложений и эксплуатационных затрат даны для условий строительства в базисных районах /в качестве базисных приняты нормативы строительства применительно к условиям первого территориального пояса стоимости строительно-монтажных работ, второго климатического района и районов с сейсмичностью не более 6 баллов и первой зоны стоимости оборудования/.

Для условий строительства, отличающихся от базовых, необходимо размер капитальных вложений определять с учетом поправочных коэффициентов.

Экономико-математические модели удельных приведенных затрат на строительство канализационных очистных сооружений приведены в зависимости от качества исходной загрязненной воды:

- экономико-математическая модель удельных приведенных затрат при  $BPK_{20}$  исходной воды до 250 мг/л - для сооружений с требованиями к качеству исходной воды по БПК в пределах от ПГО до 240 мг/л;
- экономико-математическая модель удельных приведенных затрат при  $BPK_{20}$  исходной воды более 250 мг/л - для канализационных очистных сооружений с требованиями к качеству исходной загрязненной воды по БПК в диапазоне от 260 до 380 мг/л.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. С экономической точки зрения оптимальным проектным решением строительства канализационных очистных сооружений /КОС/ считается такое решение, при котором имеет место минимум приведенных затрат в течение всего периода ее строительства и эксплуатации.

I.2. Выбор оптимального варианта проектного решения строительства КОС с обоснованием очередности строительства должен производиться с учетом зависимости капитальных вложений и эксплуатационных затрат от проектной производительности, темпов прироста водоотведения, а также от степени использования установленной мощности КОС.

I.3. Экономическое обоснование очередности строительства КОС позволит освободившуюся часть капитальных вложений, выделенных на строительство очистных сооружений, использовать на другом участке городского строительства. В результате расширяются границы капитального строительства города в данный период, что равносильно увеличению городского фонда капиталовложений.

I.4. В общем случае выбор экономического варианта сооружений для очистки сточных вод производится на основе сравнения различных вариантов проектных решений по минимуму приведенных затрат:

$$C + E_n \cdot K \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $K$  - капитальные вложения на строительство КОС, руб.;

$C$  - годовые эксплуатационные затраты, руб.;

$E_n$  - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений / $E_n = 0,12$ /.

Приведенные затраты исчисляются также по следующей формуле:

$$K + T_n \cdot C \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $T_n$  - нормативный срок окупаемости капитальных вложений, величина, обратная  $E_n$ .

1.5. Если в сравниваемых вариантах капитальные вложения реализуются в разные сроки или себестоимость очистки изменяется во времени, то сравнение вариантов следует производить приведением затрат более поздних лет к базисному году по формулам:

$$K_{пр} = \frac{1}{(1 + E_{nn})^t} \cdot K_i ; \quad (3)$$

$$C_{пр} = \frac{1}{(1 + E_{nn})^t} \cdot C_i , \quad (4)$$

где  $K_{пр}, C_{пр}$  - единовременные и текущие затраты, приведенные к базисному году;

$K_i, C_i$  - эти же затраты в  $i$ -м году предполагаемого строительства или эксплуатации;

$t$  - период приведения в годах;

$E_{nn}$  - норматив для приведения разновременных затрат, установлен для всех отраслей в размере 0,08;

$(1 + E_{nn})^t$  - коэффициент приведения затрат будущих лет к началу базисного года /см.прилож. I/.

1.6. Существующая практика проектирования канализационных очистных сооружений показывает, что расчетный уровень водоотведения принимается по данным районной планировки. На основании проекта планировки /района или города в целом/ с учетом плотности населения степени благоустройства жилищного фонда и наличия промышленных предприятий определяют количество жителей, объем выпускаемой продукции и далее уровень водоотведения в пусковой период и на расчетный срок с учетом перспектив развития данного района /города/.

Однако плотность населения по проектам планировки является показателем, позволяющим не всегда правильно рассчитать количест-

во жителей района на ближайшую и отдаленную перспективу. Поэтому предлагается:

- учитывать прирост и расчетное количество жителей на перспективу не по ожидаемой плотности населения данного района, а по темпам и объемам жилищного строительства;
- при определении прироста и уровня водоотведения с учетом фактического ввода жилой площади также учитывать перспективы улучшения санитарно-бытовых условий жителей, расширение и реконструкцию существующих и строительство новых промышленных предприятий.

1.7. Порядок сопоставления вариантов проектного решения строительства канализационных очистных сооружений с учетом перечисленных факторов должен быть следующий:

- определение прироста водоотведения, характерного для данного района (города), промышленного предприятия;
- определение расчетной производительности канализационных очистных сооружений по СНиП П-Г.6-62 "Канализация. Нормы проектирования" с учетом п.1.6 настоящих рекомендаций;
- определение практически возможного количества очередей строительства, исходя из максимального приближения очередного уровня производительности КОС к соответствующему уровню водоотведения;
- расчет единовременных (капитальных) вложений на строительство КОС по очередям с учетом формулы (3);
- расчет текущих (эксплуатационных) затрат с учетом фактора времени по формуле (4);
- определение удельных приведенных затрат для каждого варианта очередности строительства КОС;
- сопоставление по отдельным вариантам, с целью выявления экономически целесообразного, полученных величин удельных приведенных затрат.



1.8. С учетом формул (3) и (4) суммарные приведенные затраты на строительство КОС будут иметь следующий вид:

$$ПЗ = K_0 + \frac{K_1}{(1+E_{ин})} + \frac{K_2}{(1+E_{ин})^2} + \dots + \frac{K_p}{(1+E_{ин})^p} + \frac{C_2}{(1+E_{ин})} + \frac{C_3}{(1+E_{ин})^2} + \dots + \frac{C_m}{(1+E_{ин})^{m-1}}, \quad (5)$$

где  $K_0, K_1, \dots, K_p$  - капитальные вложения, произведенные в начале строительства, в 1-й, . . . , p-й годах строительства, тыс.руб.;

$C_2, C_3, \dots, C_m$  - годовые эксплуатационные затраты, произведенные в соответствующие годы эксплуатации (предполагается, что эксплуатация станции начинается со второго года, считая от времени начала строительства) в тыс.руб.;

$m$  - расчетный период службы канализационных очистных сооружений (принимаем 50 лет).

1.9. Суммарные приведенные затраты, кроме того, можно выразить в виде:

$$ПЗ = \sum_{i=1}^m \frac{П_{уд} \cdot Q_i}{(1+E_{ин})^i} \quad (6)$$

Откуда удельные приведенные затраты могут быть записаны следующим образом:

$$П_{уд} = \frac{ПЗ}{\sum_{i=1}^m Q_i \cdot 1.08^{-i}} = \frac{K_0 + \frac{K_1}{1.08} + \frac{K_2}{1.08^2} + \dots + \frac{K_p}{1.08^p} + \frac{C_2}{1.08} + \frac{C_3}{1.08^2} + \dots + \frac{C_m}{1.08^{m-1}}}{Q_1 \cdot 1.08^{-1} + Q_2 \cdot 1.08^{-2} + \dots + Q_m \cdot 1.08^{-m}}, \quad (7)$$

где  $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$  - годовые объемы отводимых сточных вод в соответствующие годы эксплуатации, тыс.м<sup>3</sup>/год.

Полученной формулой рекомендуется пользоваться при технико-экономическом обосновании целесообразности применения того или иного варианта проектного решения канализационных очистных сооружений. При этом расчетные расходы сточных вод на каждую очередь строительства определять в зависимости от прироста численности населения, темпов ввода жилой площади, продолжительности стро-

тельства жилых массивов, строительства новых и реконструкций действующих промышленных предприятий района (города).

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ОЧЕРЕДЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2.1. Сопоставлять альтернативные варианты проектных решений КОС практически возможно лишь при наличии функциональных зависимостей капитальных вложений и эксплуатационных затрат от проектной производительности и степени использования установленной мощности (отношение фактической производительности к проектной) сооружений при различных технологических схемах очистки и степени загрязненности исходной загрязненной воды.

2.2. Лабораторией технико-экономических исследований ВНИИ "ВОДГЕО" совместно с кафедрой экономики и организации строительства Таджикского политехнического института на основании анализа многолетних статистических материалов по технико-экономическим показателям 129 канализационных очистных сооружений, запроектированных организациями Союзводоканалпроекта за период 1971-1975г.г. и эксплуатируемых в настоящее время, получены вышеуказанные зависимости (см. таблицу ) и составлены экономико-математические модели удельных приведенных затрат на строительство КОС в зависимости от БПК<sub>20</sub> исходной воды для механической и биологической очистки сточных вод:

а) при БПК<sub>20</sub> менее 250 мг/л:

$$P_{\text{уд}} = \frac{84,21 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,762} \cdot b_{\text{II}} \cdot 1,08 + 84,21 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,762} \cdot \frac{b_{\text{II}}}{1,08} + \sum_{k=1}^m \frac{6,014 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,414}}{1,08^k}}{\sum_{k=1}^m \frac{Q_{\text{пр}} \cdot 365}{1,08^k} + \frac{Q_{\text{пр}} \cdot 365}{\sum_{j=1}^m 1,08^j}}, \quad (8)$$

Расчетные формулы для определения оптимального  
варианта проектных решений канализационных  
очистных сооружений

Показатель	Едини. измер.	Расчетные формулы	
		при БПК <sub>20</sub> < 250 мг/л	при БПК <sub>20</sub> > 250 мг/л
Капитальные вложения:			
- механическая очистка	тыс.руб.	$346,6 \cdot X^{0,0387}$	$107,2 \cdot X^{0,3959}$
- биологическая очистка	"	$178,1 \cdot X^{0,543}$	$8,804 \cdot X^{0,603}$
- механ. и биол. оч.	"	$84,21 \cdot X^{0,762}$	$954,2 \cdot X^{0,144}$
Эксплуатационные затраты:			
- механическая очистка	коп/м <sup>3</sup>	$57,21 \cdot X^{0,133}$	$23,77 \cdot X^{0,41}$
- биологическая очистка	"	$26,77 \cdot X^{0,559}$	$25,04 \cdot X^{0,445}$
- механ. и биол. оч.	"	$6,014 \cdot X^{1,111}$	$36,59 \cdot X^{0,62}$
Приведенные затраты:			
- механическая очистка	тыс.руб.	$45,22 \cdot X^{0,347}$	$40,67 \cdot X^{0,402}$
- биологическая очистка	"	$49,48 \cdot X^{0,541}$	$39,56 \cdot X^{0,762}$
- механ. и биол. оч.	"	$28,88 \cdot X^{0,781}$	$53,68 \cdot X^{0,642}$
Капитальные вложения:			
- на здания и сооруж.	тыс.руб.	$1664,7 \cdot 0,0747 X$	$0,628 \cdot X^{0,707}$
- на оборудование и монт.	"	$283,269 + 0,019 X$	$0,1683 \cdot X^{0,645}$
- на коллекторы и сети	"	$0,616 \cdot X^{0,595}$	$0,6052 \cdot X^{0,552}$
Эксплуатационные затраты:			
- зар. плата обл. перс.	тыс.руб.	$70,452 + 0,0022 X$	$70,585 + 0,0048 X$
- затраты на реагенты	"	$31,722 + 0,0019 X$	$32,208 + 0,0034 X$
- затраты на электроэн.	"	$35,9267 + 0,0053 X$	$37,296 + 0,0143 X$
- присоедин. мощность	кВа	$2,0327 \cdot X^{0,389}$	$0,9296 \cdot X^{0,6185}$
- расход электроэнергии	млн. кВт	$3,161 + 0,005 X$	$5,171 \cdot X^{1,5004}$

где  $X$  - проектная производительность КС в тыс. м<sup>3</sup>/сутки

б) при БПК<sub>20</sub> более 250 мг/л:

$$P_{уд.} = \frac{954,2 \cdot Q_{пр}^{0,44} \cdot b_I \cdot 1,08 + 954,2 \cdot Q_{пр}^{0,44} \cdot \frac{b_{II}}{1,08} + \sum_{k=1}^m \frac{36,59 \cdot Q_{пр}^{0,62}}{1,08^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{Q_{пр} \cdot \lambda \cdot 365}{1,08^k} + \frac{Q_{пр} \cdot 365}{\sum_{j=1}^m 1,08^j}}, \quad (9)$$

где  $b_I, b_{II}$  - распределение капитальных вложений по годам строительства, принимается в зависимости от продолжительности строительства КОС по СН 440-79 (5, стр.425);

$Q_{пр}$  - проектная производительность КОС, тыс.м<sup>3</sup>/сутки;

$n$  - год выхода станции на условия нормальной эксплуатации (когда  $\lambda_k = 1$ );

$\lambda_k$  - коэффициент использования установленной мощности канализационных очистных сооружений ( $0 < \lambda_k \leq 1,0$ );

$m$  - расчетный период службы КОС в годах.

2.3. Ограничениями целевых функций (8) и (9) являются степень использования установленной мощности канализационных очистных сооружений, изменяющаяся в пределах от 0 до 1, срок службы КОС (50 лет), различные варианты прироста водоотведения и производительностей сооружений.

Результаты расчета удельных приведенных затрат на строительство КОС по предложенной методике на ЭВМ ЕС 10-22 (прилож.4) позволяют сделать следующие выводы

- для канализационных очистных сооружений производительностью до 50 тыс.м<sup>3</sup>/сутки при низких темпах прироста водоотведения (500-2000 тыс.м<sup>3</sup>/год) экономически целесообразно строительство в две очереди; при высоких темпах прироста водоотведения (2500-4500 тыс.м<sup>3</sup>/год) - в одну очередь;
- для канализационных очистных сооружений производительностью более 50 тыс.м<sup>3</sup>/сутки при низких темпах прироста водоотведения оптимальным является строительство в четыре очереди,

при высоких темпах - в две, три очереди.

2.4. Рациональное количество очередей строительства КСС предлагается определять по графикам /рис. I-4/, позволяющим без особых математических выкладок определить укрупненные показатели удельных приведенных затрат на строительство очистных сооружений различной производительности в зависимости от темпов прироста водоотведения.

2.5. Для технико-экономического обоснования проектных разработок систем водоотведения, методов и отдельных сооружений очистки сточных вод, а также для установления оптимальной очередности их возведения, аналогично п.2.2., при помощи формул /табл./ в зависимости от проектной производительности составляются экономико-математические модели удельных приведенных затрат, блок-схема расчета которых на ЭВМ предложена в приложении 3.

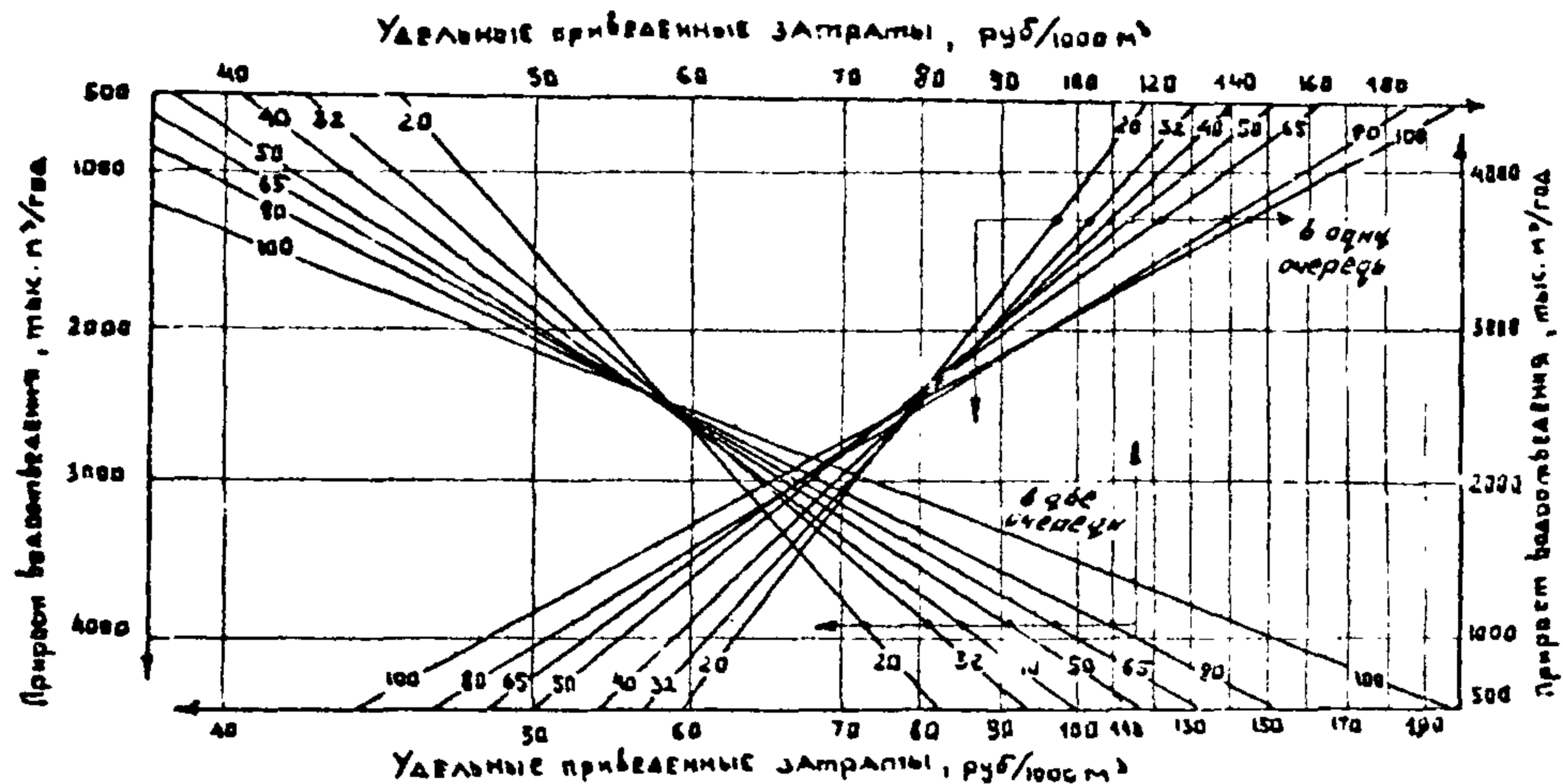


Рис. I. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в одну и две очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при БПК<sub>20</sub> исходной воды менее 250 мг/л

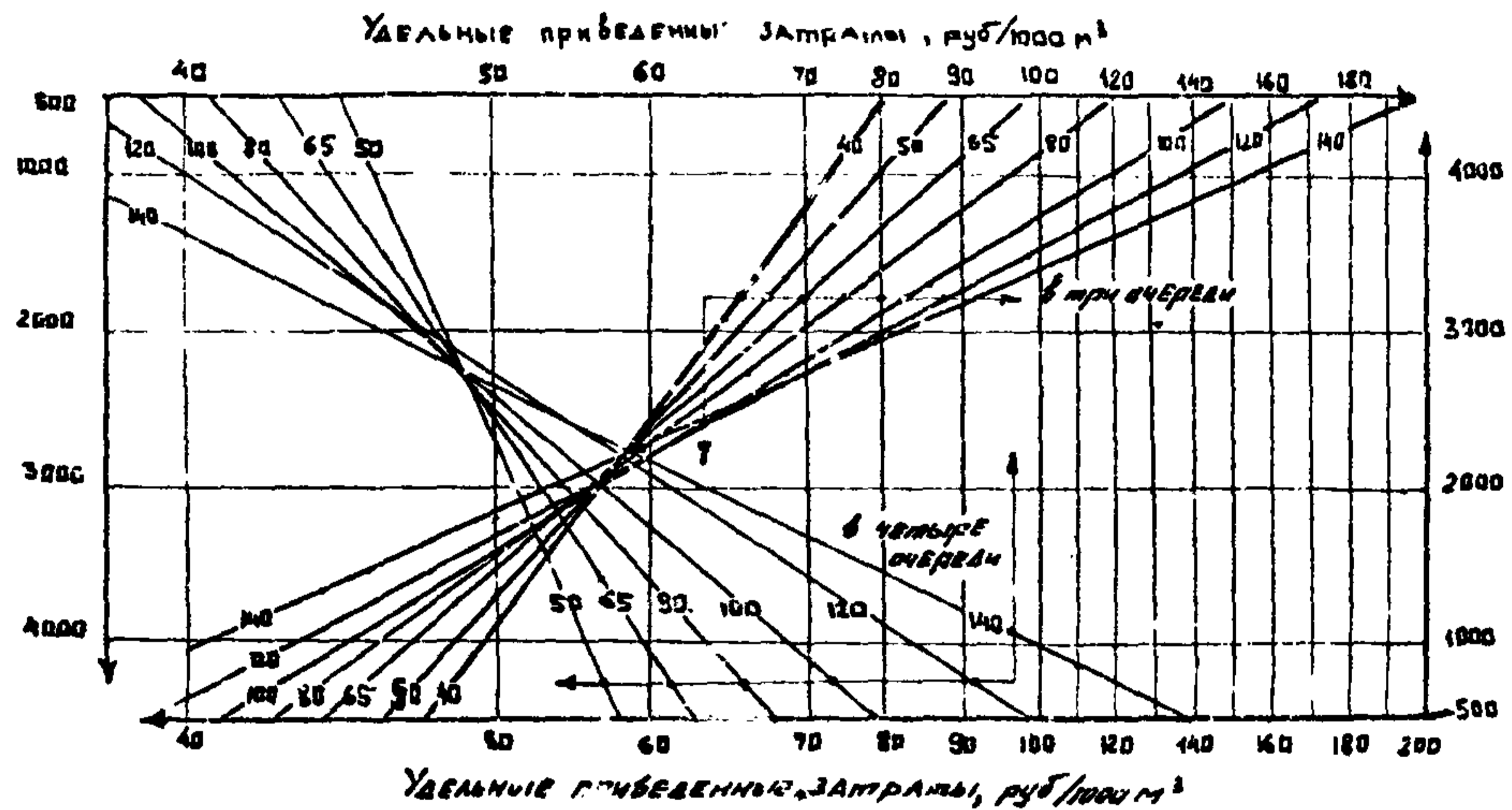


Рис. 2. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в три и четыре очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при БПК<sub>20</sub> исходной воды менее 250 мг/л

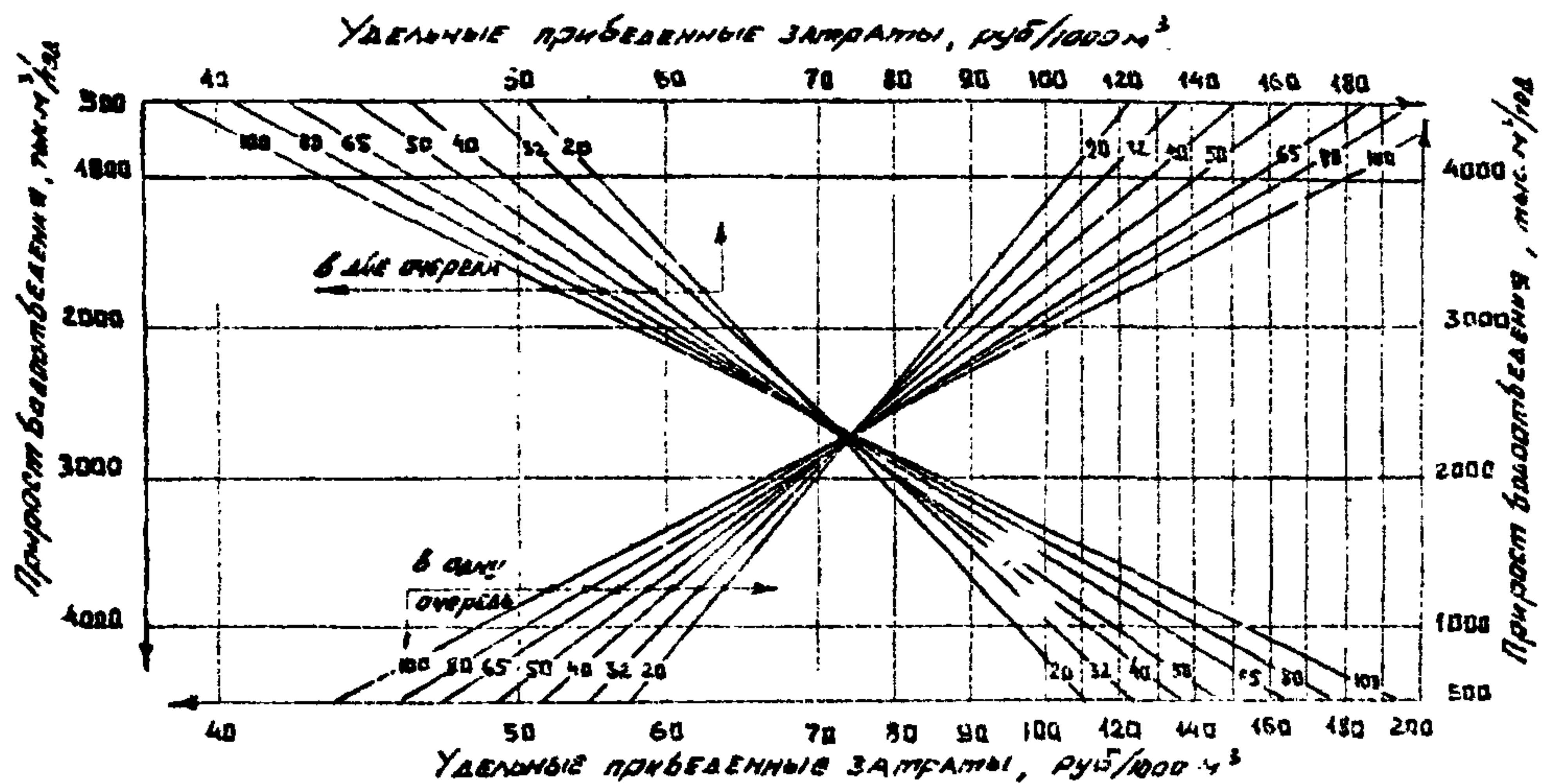


Рис.3. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в одну и две очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при БПК<sub>20</sub> более 250 мг/л



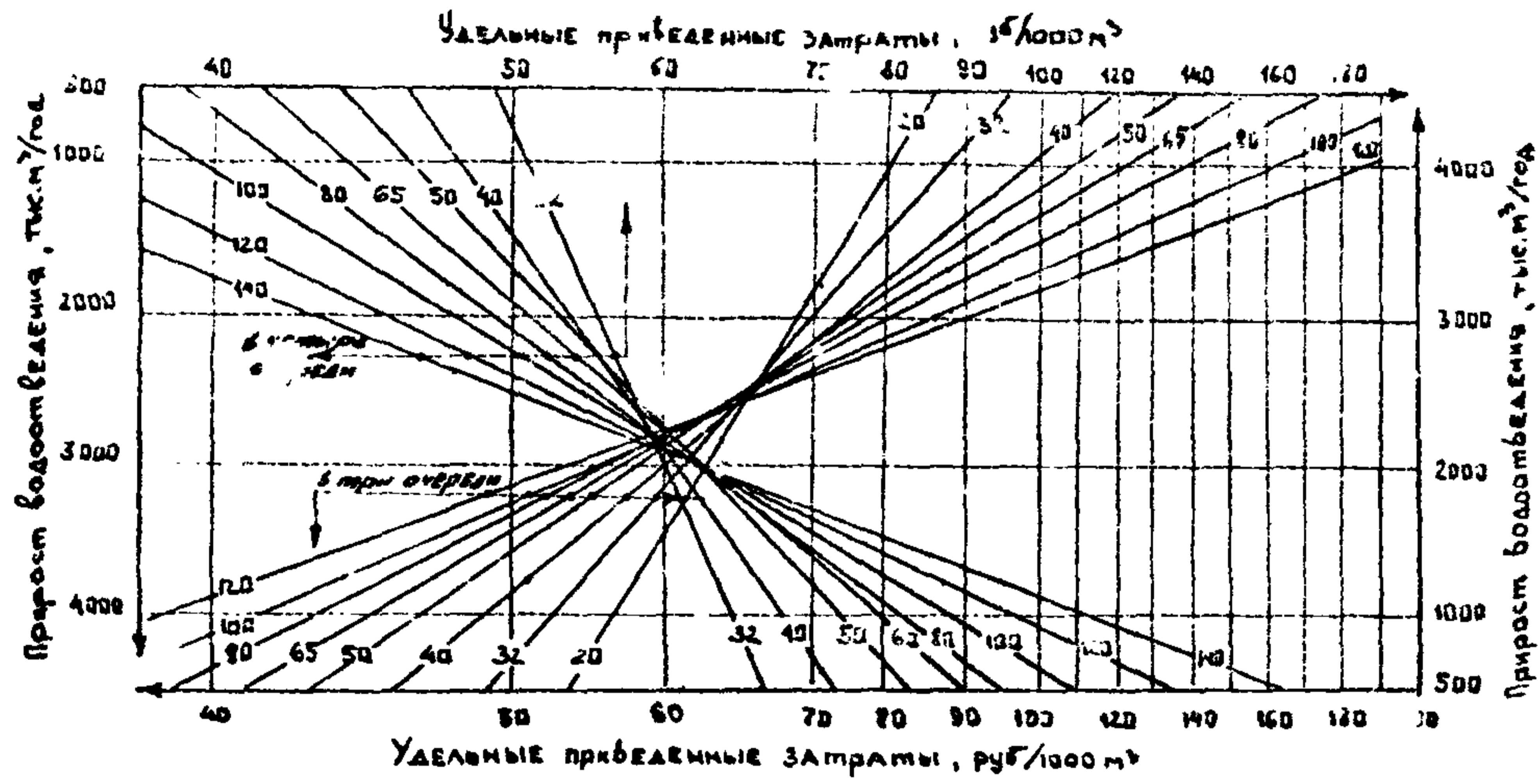


Рис.4. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в три и четыре очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при БПК<sub>20</sub> исходной воды менее 250 мг/л

- 65 - - проектная производительность КОС в тыс. м³/сут.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423-71). М., Стройиздат, 1979.
2. Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды. Ин-т экономики АН СССР, М., 1981.
3. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (СН 509-78). М., Стройиздат, 1975.
4. СНиП П-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения. М., Стройиздат, 1975.
5. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений (СН 440-79). М., Стройиздат, 1981.
6. Выбор водопроводных сооружений с учетом их развития. М., ЦНИИЭП инженерного оборудования / Стройиздат, 1975.
7. Разработка методики экономического обоснования выбора оптимальных мощностей водопроводных очистных сооружений с учетом их развития, М., ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1971.
8. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности (Совет Экономической Взаимспомощи / ВНИИ "ВОДГЕО" Госстроя СССР). М., Стройиздат, 1978.
9. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий, М., Стройиздат, 1981.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

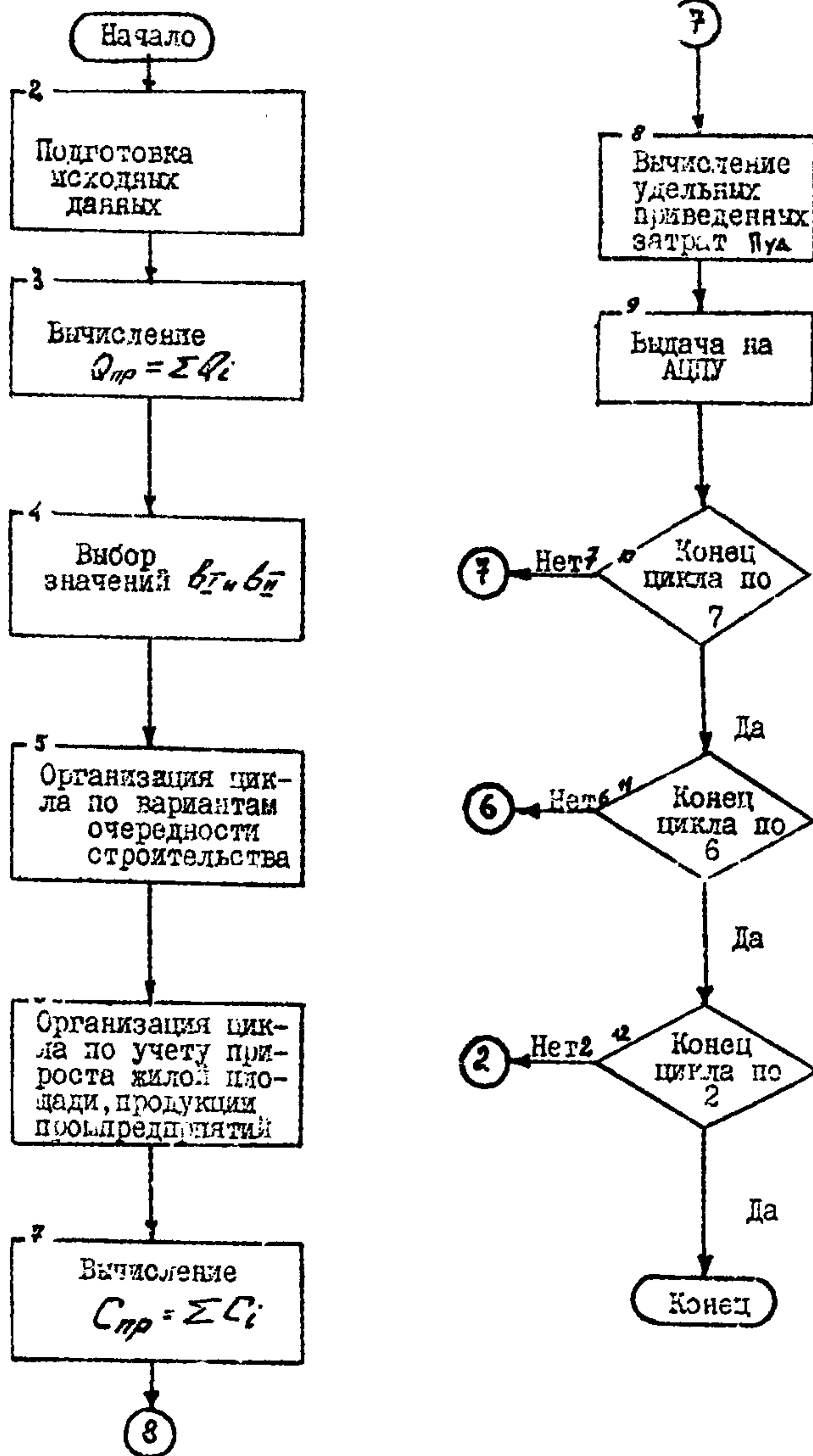
Приложение I. Коэффициенты приведения затрат по фактору времени

$t$	$(1+E_{np})^t$	$\frac{1}{(1+E_{np})^t}$	$t$	$(1+E_{np})^t$	$\frac{1}{(1+E_{np})^t}$	$t$	$(1+E_{np})^t$	$\frac{1}{(1+E_{np})^t}$
I	1,08	0,926	12	2,509	0,396	23	5,841	0,171
2	1,166	0,858	13	2,709	0,369	24	6,308	0,159
3	1,259	0,794	14	2,925	0,342	25	6,182	0,147
4	1,353	0,735	15	3,159	0,317	26	7,556	0,136
5	1,467	0,681	16	3,411	0,293	27	7,944	0,126
6	1,584	0,630	17	3,683	0,272	28	8,579	0,117
7	1,710	0,583	18	3,977	0,251	29	9,265	0,108
8	1,846	0,540	19	4,295	0,233	30	10,006	0,099
9	1,993	0,500	20	4,638	0,216	35	14,699	0,068
10	2,152	0,463	21	5,009	0,199	40	21,594	0,046
11	2,324	0,430	22	5,409	0,185	50	46,614	0,021

Приложение 2. Распределение капитальных вложений по годам строительства

Производительность КЭС тыс. м <sup>3</sup> /сут	Общая продолжительность стр-ва, мес.	Коэффициенты распределения капвложений по годам стр-ва			
		в I	в II	в III	в IV
0,70	9	1,0	-	-	-
10,0	16	0,75	0,25	-	-
40,0	22	0,55	0,45	-	-
130,0	32	0,31	0,46	0,23	-
175,0	36	0,30	0,37	0,33	-
280,0	40	0,25	0,32	0,32	0,11
350,0	44	0,18	0,29	0,35	0,18

Приложение 3. Блок-схема определения удельных приведенных затрат на строительство КОС по очередям



Приложение 4. Зависимость П уд. от прироста водоотведения и количества очередей строительства канализационных очистных сооружений

Производительность сооружений, м <sup>3</sup> /сутки		Значения П уд. в руб/м <sup>3</sup> при различных темпах прироста водоотведения							
		1000 тыс. м <sup>3</sup> /год		2000 тыс. м <sup>3</sup> /год		3000 тыс. м <sup>3</sup> /год		4000 тыс. м <sup>3</sup> /год	
		БПК до 250 мг/л	Более 250 мг/л	БПК <sub>20</sub> до 250 мг/л	Более 250 мг/л	БПК <sub>20</sub> до 250 мг/л	Более 250 мг/л	БПК <sub>20</sub> до 250 мг/л	Более 250 мг/л
20 000	в I очередь	0,038	0,111	0,037	0,075	0,034	0,061	0,032	0,058
	в 2 очереди	0,083	0,037	0,060	0,067	0,032	0,038	0,030	0,038
32 000	в I очередь	0,112	0,125	0,072	0,080	0,032	0,058	0,043	0,054
	в 2 очереди	0,033	0,101	0,030	0,033	0,047	0,053	0,045	0,034
	в 3 очереди	0,081	0,093	0,033	0,066	0,046	0,051	0,044	0,048
40 000	в I очередь	0,118	0,131	0,036	0,035	0,033	0,061	0,038	0,036
	в 2 очереди	0,086	0,038	0,062	0,070	0,046	0,051	0,043	0,048
	в 3 очереди	0,030	0,034	0,033	0,036	0,032	0,036	0,030	0,034
50 000	в I очередь	0,142	0,147	0,035	0,034	0,033	0,039	0,049	0,033
	в 2 очереди	0,103	0,115	0,070	0,073	0,047	0,032	0,044	0,048
	в 3 очереди	0,034	0,035	0,033	0,070	0,042	0,046	0,042	0,045
64 000	в I очередь	0,135	0,170	0,032	0,101	0,039	0,065	0,040	0,032
	в 2 очереди	0,101	0,115	0,066	0,074	0,043	0,036	0,040	0,046
	в 3 очереди	0,101	0,114	0,033	0,071	0,040	0,031	0,040	0,046
	в 4 очереди	0,032	0,033	0,043	0,062	0,042	0,049	0,040	0,045
80 000	в I очередь	-	-	0,033	0,107	0,034	0,063	0,031	0,034
	в 2 очереди	-	-	0,072	0,079	0,049	0,034	0,044	0,047
	в 3 очереди	-	-	0,062	0,074	0,046	0,032	0,042	0,045
	в 4 очереди	-	-	0,033	0,032	0,041	0,046	0,033	0,043

20.

Приложение 5. Пример расчета оптимального варианта канализационной очистной станции производительностью 64000 м<sup>3</sup>/сут. при БПК<sub>20</sub> исходной воды менее 250 мг/л

5.1. Вариант I Строительство КОС в одну очередь.

5.1.1. Удельные приведенные затраты на строительство канализационных очистных сооружений в одну очередь определяются для четырех темпов прироста водоотведения:

Темпы прироста	Годовой прирост водоотведения, тыс. м <sup>3</sup> /год	Что соответствует годовому приросту X)	
		жилищного строительства, тыс. м <sup>2</sup> /год	населения, обеспеченного санитарно-бытовыми условиями чел./год
Низкий	1000	90	7500
Средний	2000	180	15000
Большой	3000	270	22500
Высокий	4000	360	30000

5.1.2 Капитальные вложения на строительство КОС в одну очередь определяем по формуле ( см. п. 2.2)

$$K = 84,21 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,762} \cdot \beta_{\text{I}} \cdot 1,08 + 84,21 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,762} \cdot \frac{\beta_{\text{II}}}{1,08}; \quad (10)$$

$$K = 84,21 \cdot Q_{\text{пр}}^{0,762} \cdot 0,55 \cdot 1,08 + 84,21 \cdot 64^{0,762} \cdot \frac{0,45}{1,08};$$

$$K = 1316 \text{ тыс руб}$$

Значение  $\beta_{\text{I}}$  и  $\beta_{\text{II}}$  принимаем соответственно равными 0,55 и 0,45 (прил. 2).

ж) при норме водоотведения на 1 чел. 300 л/сутки, коэффициенте неравномерности водоотведения  $K_{\text{н}} = 1,3$  и жилой площади на 1 чел. 12 м<sup>2</sup>

5.1.3. Расчет суммарных эксплуатационных затрат, приходящих на 1000 м<sup>3</sup> очищенной воды, эдем по формуле (п.2.2) в табличной форм.

Расчетная таблица для определения  $\sum C_i$  и  $\sum Q_i$  при низком приросте водоотведения

$\kappa$	$\lambda_{\kappa}$	$C_i$	$Q_i$	$\kappa$	$\lambda_{\kappa}$	$C_i$	$Q_i$
I	2	3	4	5	6	7	8
1	0,015	386,27	513,6	33	0,495	21,30	490,2
2	0,03	353,31	570,12	34	0,510	19,99	459,0
3	0,045	323,39	778,03	35	0,526	18,28	429,62
4	0,060	295,58	942,42	36	0,540	16,70	401,72
5	0,075	270,40	1071,20	37	0,555	15,20	375,36
6	0,090	247,43	1169,24	38	0,570	13,94	350,46
7	0,105	226,16	1239,46	39	0,585	12,74	326,98
8	0,120	206,80	1287,63	40	0,60	11,64	304,91
9	0,135	189,05	1316,51	41	0,615	10,63	284,06
10	0,150	173,13	1331,76	42	0,630	9,71	264,50
11	0,165	158,08	1329,89	43	0,645	8,87	246,21
12	0,180	144,56	1319,02	44	0,66	8,11	229,05
13	0,195	132,16	1298,96	45	0,675	7,41	212,95
14	0,210	120,84	1271,78	46	0,690	6,76	197,89
15	0,225	110,48	1238,66	47	0,705	6,07	183,80
16	0,240	101,02	1201,31	48	0,720	5,64	170,65
17	0,255	92,41	1161,13	49	0,735	5,16	158,37
18	0,270	84,40	1116,66	50	0,750	5,71	146,92
19	0,285	77,23	1072,60	51	0,765	4,30	136,23
20	0,300	70,54	1025,49	52	0,780	3,93	126,27
21	0,315	64,48	978,84	53	0,795	3,59	117,00

Продолжение табл.

I	2	3	4	5	6	7	8
22	0,330	58,94	932,23	54	0,810	3,43	108,51
23	0,345	53,89	886,40	55	0,825	2,99	100,34
24	0,360	49,24	840,51	56	0,840	2,73	92,88
25	0,375	45,00	795,95	57	0,855	2,49	85,94
26	0,390	41,13	752,48	58	0,870	2,28	79,50
27	0,405	38,01	711,25	59	0,885	2,08	73,52
28	0,420	34,34	669,757	60	0,900	1,90	67,97
29	0,435	31,40	630,70	61	0,915	1,74	62,82
30	0,450	28,69	593,00	62	0,930	1,58	58,05
31	0,465	26,22	557,20	63	0,945	1,45	53,62
32	0,480	23,96	522,86	64	0,960	1,32	49,52

Всего: 4493,07 37371,46

5.1.4. Определяем удельные приведенные затраты по формуле:

$$P_{уд} = \frac{K + \sum C_i}{\sum Q_i} = \frac{1316 + 4493,1}{37371,5} = 0,155 \text{ руб/м}^3$$

или 155 руб/1000 м<sup>3</sup>

5.1.5. В такой же последовательности определяем  $P_{уд}$  и для других вариантов прироста водоотведения:

- при среднем приросте водоотведения  $P_{уд} = 0,092 \text{ руб/м}^3$ ;
- при большом темпе прироста --  $P_{уд} = 0,059 \text{ руб/м}^3$ ;
- при высоком -- -- --  $P_{уд} = 0,040 \text{ руб/м}^3$ .

5.2. Вариант П. Строительство станции в две очереди с распределением мощности 32 + 32 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

5.2.1. Размер капитальных вложений при строительстве канализационных очистных сооружений производительностью 64 тыс.м<sup>3</sup>/сутки в две очереди с разбивкой мощностей 32 + 32 тыс.м<sup>3</sup>/сут., вычисленный по формуле (10) составляет

$$K = 1317,2 \text{ тыс.руб.}$$



5.2.2. Определяем суммарные затраты на эксплуатацию КОС при строительстве ее в две очереди.

Расчетная таблица для определения  $\sum C_i$  и  $\sum Q_i$  при низком темпе прироста водоотведения

$n$	$\tau_n$	$C_i$	$Q_i$	$n$	$\tau_n$	$C_i$	$Q_i$
1	0,03	197,6	318,5	25	0,75	26,53	808,57
2	0,06	182,06	579,2	26	0,78	24,37	764,42
3	0,09	167,83	790,38	27	0,81	22,38	721,65
4	0,12	154,46	957,38	28	0,84	20,55	680,39
5	0,15	142,27	1088,19	29	0,87	18,86	640,71
6	0,18	131,06	1187,79	30	0,90	17,31	602,41
7	0,21	120,61	1259,14	31	0,93	15,9	566,04
8	0,24	110,09	1308,07	32	0,96	14,59	531,16
9	0,27	102,09	1337,40	33	1,00	13,42	502,80
10	0,30	94,08	1352,89	34	1,00	21,80	490,20
11	0,33	86,43	1350,99	35	1,00	19,99	459,00
12	0,36	79,51	1339,96	36	1,00	18,28	429,62
13	0,39	73,13	1319,58	37	1,00	16,70	401,72
14	0,42	67,25	1291,97	38	1,00	15,26	375,36
15	0,45	61,83	1258,32	39	1,00	13,94	350,46
16	0,48	56,86	1220,37	40	1,00	12,74	326,98
17	0,51	52,30	1179,56	41	1,00	11,64	304,91
18	0,54	48,03	1089,62	42	1,00	10,64	284,06
19	0,57	44,18	1089,62	43	1,00	9,71	264,50
20	0,60	40,57	1041,77	44	1,00	8,87	246,21
21	0,63	37,26	994,38	45	1,00	8,11	229,05
22	0,66	34,24	947,03	46	1,00	7,41	212,95
23	0,69	31,47	900,47	47	1,00	6,76	197,89
24	0,72	28,91	853,85	48	1,00	3,77	183,80

Всего:

2532,10 37874,00

5.2.3. Удельные приведенные затраты на строительство КОС в две очереди при низком темпе прироста водоотведения составляют:

$$P_{уд} = \frac{K + \sum C_i}{\sum Q_i} = \frac{1317,2 + 2532,1}{37874} = 0,1016 \text{ руб/м}^3,$$

или 101,6 руб/1000 м<sup>3</sup>

5.2.4. Аналогично определяем  $P_{уд}$  и для других вариантов прироста водоотведения:

- при среднем темпе прироста водоотведения  $P_{уд} = 66 \text{ руб/1000 м}^3$ ;
- при большом темпе прироста водоотведения  $P_{уд} = 41 \text{ руб/1000 м}^3$ ;
- при высоком темпе прироста водоотведения  $P_{уд} = 40 \text{ руб/1000 м}^3$ ;

5.3. Вариант III. Строительство КОС в три очереди с распределением мощности 20 + 12 + 32 тыс.м<sup>3</sup>/сутки

5.3.1. Капитальные затраты на строительство канализационных очистных сооружений производительностью 64 т.м<sup>3</sup>/сут. при строительстве их в две очереди, вычисленные по формуле (10), составляют:

K : 1323,8 тыс.руб.

5.3.2. Суммарные эксплуатационные затраты КОС определяем в табличной форме

Расчетная таблица для определения  $\sum C_i$  и  $\sum Q_i$  при среднем темпе прироста водоотведения

	$T_k$	$C_i$	$Q_i$	$K$	$T_k$	$C_i$	$Q_i$
1	0,6	200,26	637,09	17	1,00	61,75	2312,87
2	0,12	186,89	1158,35	18	1,00	56,09	2100,72
3	0,18	174,42	1580,75	19	1,00	51,04	1911,62
4	0,24	162,45	1914,75	20	1,00	46,36	1736,28
5	0,30	151,35	2176,39	21	1,00	42,14	1578,38
6	0,36	140,96	2375,59	22	1,00	38,31	1434,89
7	0,42	131,09	2518,28	23	1,00	34,84	1305,03

Продолжение таблицы

к	$\eta_k$	$C_i$	$Q_i$	к	$\eta_k$	$C_i$	$Q_i$
8	0,48	121,88	2616,15	24	1,00	31,66	1185,91
9	0,54	113,25	2674,81	25	1,00	28,78	1078,09
10	0,60	105,36	2705,79	26	1,00	24,37	764,42
11	0,66	97,69	2701,99	27	1,00	22,38	721,65
12	0,72	90,69	2679,92	28	1,00	20,55	680,39
13	0,78	84,13	2659,16	29	1,00	18,66	640,71
14	0,84	78,02	2583,93	30	1,00	17,31	602,41
15	0,90	72,33	2516,64	31	1,00	15,90	566,04
16	0,96	67,03	2440,75	32	1,00	14,59	531,16

Всего: 2502,73 55070,91

5.3.3. Удельные приведенные затраты при строительстве КОС в три очереди при среднем варианте прироста водоотведения

$$\Pi_{уд} = \frac{K + \sum C_i}{\sum Q_i} = \frac{1323,8 + 2502,73}{55070,91} = 0,069 \text{ руб/м}^3$$

или 69 руб/1000 м<sup>3</sup>

5.3.4. Аналогично определяем  $\Pi_{уд}$  и для других вариантов прироста водоотведения:

- при низком приросте  $\Pi_{уд} = 101 \text{ руб/1000 м}^3$

- при большом приросте  $\Pi_{уд} = 40 \text{ руб/1000 м}^3$

- при малом приросте  $\Pi_{уд} = 40 \text{ руб/1000 м}^3$

5.4. Вариант IV. Строительство КОС в четыре очереди с распределением мощности по очередям 20 + 20 + 12 + 12 т.м<sup>3</sup>/с

5.4.1. Капитальные вложения на строительство КОС производительностью 64 тис.м<sup>3</sup>/сут. в четыре очереди составляют:

$$K = 1325 \text{ тыс.руб.}$$

5.4.2. Суммарные затраты на эксплуатацию КОС при строительстве

ее в четыре очереди при большом приросте водоотведения определяются аналогично п.5.3.2 в табличной форме

Расчетная таблица для определения  $\sum C_i$  и  $\sum Q_i$  при большом темпе прироста водоотведения при строительстве КОС в четыре очереди

к	$\gamma_k$	$C_i$	$Q_i$	к	$\gamma_k$	$C_i$	$Q_i$
1	0,20	134,19	1327,27	14	1,00	149,9	5087,0
2	0,40	133,21	2413,22	15	1,00	138,7	4954,6
3	0,60	131,40	3293,23	16	1,00	128,4	4805,2
4	0,80	128,65	3989,07	17	1,00	118,2	4553,5
5	1,00	125,41	4534,16	18	1,00	107,4	4135,8
6	1,00	119,39	4742,94	19	1,00	97,7	3763,5
7	1,00	118,08	5059,03	20	1,00	88,7	3418,3
8	1,00	117,32	5279,98	21	1,00	80,7	3107,4
9	1,00	117,02	5417,73	22	1,00	73,3	2824,9
10	1,00	117,46	5496,14	23	1,00	66,7	2569,3
11	1,00	116,35	5629,2	24	1,00	60,6	2334,7
12	1,00	115,33	5583,2	25	1,00	55,1	2122,5
13	1,00	113,30	5286,8				

Всего: 3114,0 102588,0

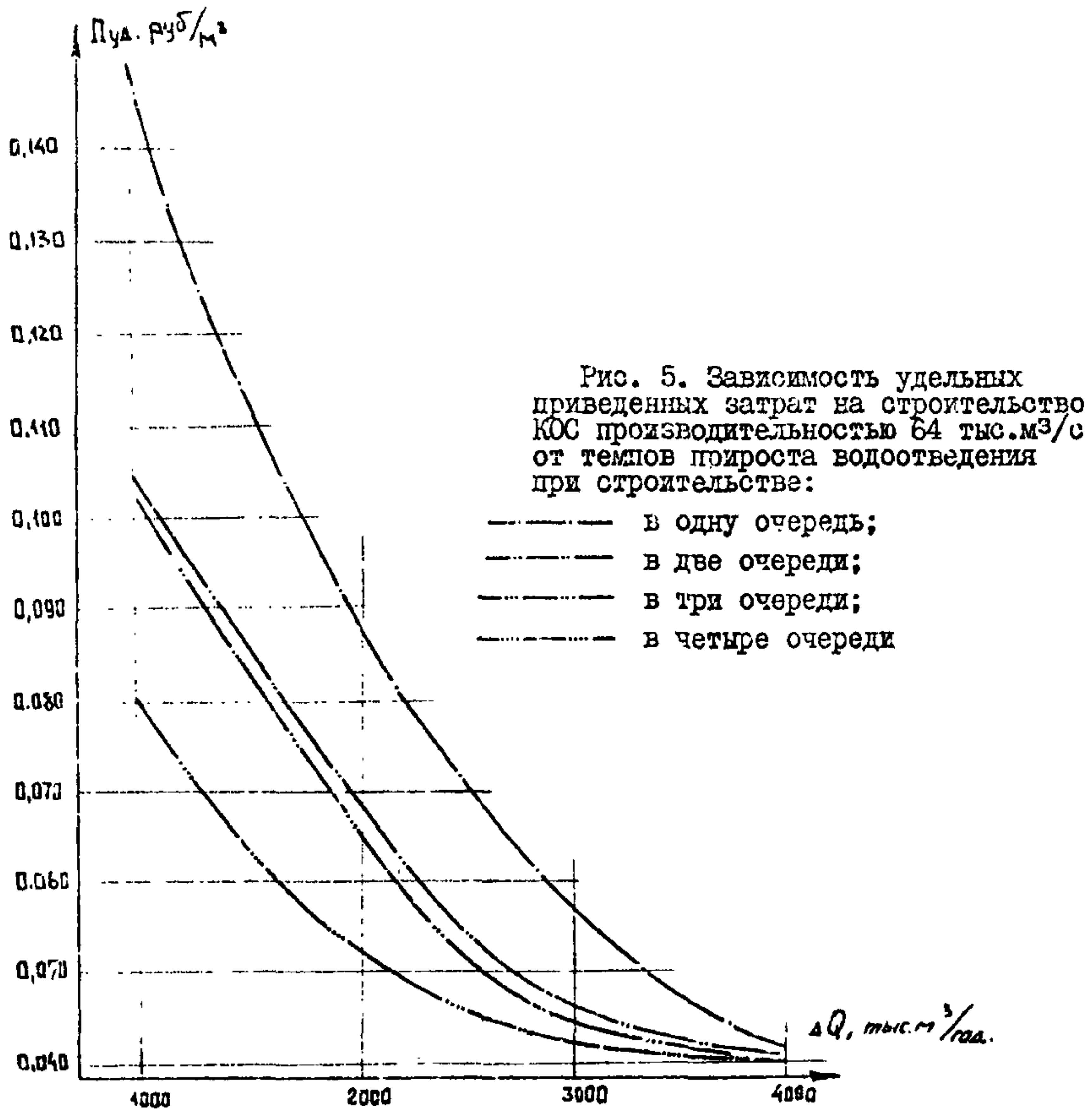
5.4.3. Определение удельных приведенных затрат:

$$P_{уд} = \frac{K + \sum C_i}{\sum Q_i} = \frac{1325 + 3114}{102588} = 0,045 \text{ руб/м}^3$$

или 43 руб/1000 м<sup>3</sup>

5.4.4. Аналогично определяем  $P_{уд}$  для других вариантов прироста водоотведения:

- при низком приросте  $P_{уд} = 82 \text{ руб / 1000 м}^3$ ;
- при среднем приросте  $P_{уд} = 30 \text{ руб/ 1000 м}^3$
- при высоком приросте  $P_{уд} = 40 \text{ руб/ 1000 м}^3$



7.5. Графическая зависимость удельных приведенных затрат на строительство и эксплуатацию канализационных очистных сооружений производительностью 64 тыс.м³/сутки от темпов прироста водоотведения и очередности строительства (рис.5) позволяет сделать следующий вывод: при низких темпах жилищного строительства (50-200 тыс. м² жилой площади в год) экономически целесообразно строительство в четыре очереди; при высоких темпах роста (250-500 тыс.м²/год) - одну, две очереди (варианты равноэкономичны).

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение . . . . .	3
I. Общие положения . . . . .	5
2. Определение оптимального количества очередей строительства канализационных очистных сооружений . . . . .	9
3. Литература . . . . .	17
4. Приложения . . . . .	18
Приложение 1. Коэффициенты приведения затрат по фактору времени . . . . .	18
Приложение 2. Распределение капитальных вложений по годам строительства . . . . .	18
Приложение 3. Блок-схема определения удельных приведенных затрат на строительство КОС . . . . .	19
Приложение 4. Зависимость Пуд от прироста водоотведения и количества очередей строительства канализационных очистных сооружений. . . . .	20
Приложение 5. Пример расчета оптимального варианта канализационной очистной станции производительностью 64 тыс.м <sup>3</sup> /сут. при Б.К. исходной воды менее 250 мг/л . . . . .	21
Оглавление . . . . .	29

### Временные рекомендации

по определению рационального варианта очередности строительства канализационных очистных сооружений

Научный редактор  
Редактор

Сидорин Л.П.  
Бирюкова Е.М.

ВНИИ "ВОДГЭС" Москва, Г19826, Комсомольский проспект, 42

Цена 30 коп..

Д-76336. Подп. к печ. 17/Х11-82г. Объем I, 9п. л. Тир. 300. Зак. 12 ф. 60x90 1/16

Тип. ВНИИ "ВОДГЭС", г. Железнодорожный, 2, Гидрогородок, 15