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

gost.e-ecolog.ru

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ, КАНАЛИЗАЦИИ, ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ
( ВНИИ "ВОДГЕО") 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; 338.94

# 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 IЗ февраля 1981 г. и на заседании секции НТС по канализации и очистке сточных вод ВНИИ "ВОДГЕО" II ноября 1982 г. и утверждены в печать директором ВНИИ "ВОДГЕО" член-корр. АН СССР С.В.Яковлевым I5 ноября 1982 г.

Научный редактор д. т. н. Л.П.Сидорин

# В В Е Д Е Н И Е

Реализация мероприятий по охране и рациональному использованию водных 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 жилищного 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 $БПК_{20}$ исходной воды до 250 мг/л - для сооружений с требованиями к качеству исходной воды по БПК в пределах от 110 до 240 мг/л;
- экономико-математическая модель удельных приведенных затрат при $БПК_{20}$ 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.I. 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:

$$C + E_н \cdot K \rightarrow min, \qquad (I)$$

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

$C$ – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

$E_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений /$E_н = 0,12$/.

Приведенные затраты исчисляются также по следующей формуле:

$$K + T_н \cdot C \rightarrow min, \qquad (2)$$

где $T_н$ – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, величина, обратная $E_н$.

I.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:

$$K_{пр} = \frac{1}{(1+E_{нп})^t} \cdot K_t \; ; \qquad (3)$$

$$C_{пр} = \frac{1}{(1+E_{нп})^t} \cdot C_t \; , \qquad (4)$$

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

$K_t, C_t$ – эти же затраты в $t$-м году предполагаемого строительства или эксплуатации;

$t$ – период приведения в годах;

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

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

I.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.

I.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 II-Г.6-62 "Канализация. Нормы проектирования" с учетом п.I.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.

I.8. С учетом формул (3) и (4) суммарные приведенные затраты на строительство КОС будут иметь следующий вид:

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

где $K_0, K_1, \dots, K_p$ – капитальные вложения, произведенные в начале строительства, в I-й, . . ., р-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).

I.9. Суммарные приведенные затраты, кроме того, можно выразить в виде:

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

Откуда удельные приведенные затраты могут быть записаны следующим образом:

$$Пуд. = \frac{ПЗ}{\sum_{i=1}^{m} Q_i \cdot 1{,}08^{-i}} = \frac{K_0 + \frac{K_1}{1{,}08} + \frac{K_2}{1{,}08^2} + \dots + \frac{K_p}{1{,}08^p} + \frac{C_2}{1{,}08} + \frac{C_3}{1{,}08^2} + \dots + \frac{C_m}{1{,}08^{m-1}}}{Q_1 \cdot 1{,}08^{-1} + Q_2 \cdot 1{,}08^{-2} + \dots + Q_m \cdot 1{,}08^{-m}}, \quad (7)$$

где $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$ – годовые объемы отводимых сточных вод в соответствующие годы эксплуатации, тыс.$м^3$/ 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 $БПК_{20}$ исходной воды для механической и биологической очистки сточных вод:

а) при $БПК_{20}$ менее 250 мг/л:

$$П_{уд.} = \frac{84{,}21 \cdot Q_{пр}^{0{,}762} \cdot b_{\bar{1}} \cdot 1{,}08 + 84{,}21 \cdot Q_{пр}^{0{,}762} \cdot \frac{b_{\bar{n}}}{1{,}08} + \sum_{k=1}^{m} \frac{6{,}014\, Q_{пр}^{4{,}114}}{1{,}08^{k}}}{\sum_{k=1}^{3} \frac{Q_{пр} \cdot \gamma_k \cdot 365}{1{,}08^{k}} + \frac{Q_{пр} \cdot 365}{\sum_{j=4}^{m} 1{,}08^{j}}}, \qquad (8)$$

Расчетные формулы для определения оптимального варианта проектных решений канализационных очистных сооружений

| Показатель | Един. измер. | Расчетные формулы при $БПК_{20}$ < 250 мг/л | Расчетные формулы при $БПК_{20}$ > 250 мг/л |
|---|---|---|---|
| Капитальные вложения: | | | |
| - механическая очистка | тыс.руб. | $346,6 \cdot X^{0,0397}$ | $107,2 \cdot X^{0,3959}$ |
| - биологическая очистка | -"- | $138,1 \cdot X^{0,543}$ | $8,804 \cdot X^{0,605}$ |
| - механ.и биологич.оч. | -"- | $84,21 \cdot X^{0,762}$ | $954,2 \cdot X^{0,144}$ |
| Эксплуатационные затраты: | | | |
| - механическая очистка | коп/м$^3$ | $57,21 \cdot X^{0,133}$ | $23,77 \cdot X^{0,41}$ |
| - биологическая очистка | -"- | $26,77 \cdot X^{0,559}$ | $25,04 \cdot X^{0,145}$ |
| - механ.и биологич.оч. | -"- | $6,014 \cdot X^{1,111}$ | $36,59 \cdot X^{0,62}$ |
| Приведенные затраты: | | | |
| - механическая очистка | тыс.руб. | $45,22 \cdot X^{0,349}$ | $40,67 \cdot X^{0,402}$ |
| - биологическая очистка | -"- | $49,48 \cdot X^{0,541}$ | $39,56 \cdot X^{0,762}$ |
| - механ.и биологич.оч. | -"- | $22,88 \cdot X^{0,78}$ | $53,68 \cdot X^{0,642}$ |
| Капитальные вложения: | | | |
| - на здания и сооруж. | тыс.руб. | $1664,7 + 0,0747X$ | $0,628 \cdot X^{0,707}$ |
| - на оборудование и монт. | -"- | $283,269 + 0,019X$ | $0,1683 \cdot X^{0,645}$ |
| - на коллекторы и сети | -"- | $0,616 \cdot X^{0,595}$ | $0,6052 \cdot X^{0,552}$ |
| Эксплуатационные затраты: | | | |
| - зар.плата обсл.перс. | тыс.руб. | $70,452 + 0,0022X$ | $70,585 + 0,0048X$ |
| - затраты на реагенты | -"- | $31,722 + 0,0019X$ | $32,208 + 0,0034X$ |
| - затраты на электроэн. | -"- | $35,3267 + 0,0053X$ | $37,296 + 0,0143X$ |
| - присоедин.мощность | кВа | $2,0327 \cdot X^{0,349}$ | $0,9296 \cdot X^{0,6185}$ |
| - расход электроэнергии | млн.кВт | $3,161 + 0,005X$ | $5,171 \cdot X^{1,5004}$ |

где $X$ - проектная производительность КОС в тыс.м$^3$/сутки

б) при $БПК_{20}$ более 250 мг/л:

$$П_{уд.} = \frac{954{,}2 \cdot Q_{пр}^{0{,}144} \cdot в_I \cdot 1{,}08 + 954{,}2 \cdot Q_{пр}^{0{,}144} \cdot \frac{в_{II}}{1{,}08} + \sum_{k=1}^{m} \frac{36{,}59\, Q_{пр}^{0{,}62}}{1{,}08^k}}{\sum_{k=1}^{n} \frac{Q_{пр} \cdot \gamma_k \cdot 365}{1{,}08^k} + \frac{Q_{пр} \cdot 365}{\sum_{j=1+n}^{m} 1{,}08^j}}, \qquad (9)$$

где $в_I, в_{II}$ – 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$^3$/сутки;

$n$ – год выхода станции на условия нормальной эксплуатации ( когда $\gamma_k = I$);

$\gamma_k$ – коэффициент использования установленной мощности канализационных очистных сооружений ( $0 < \gamma_k \leq I{,}0$);

$m$ – 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 I, 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 IC-22 (прилож.4) позволяют сделать следующие выводы

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

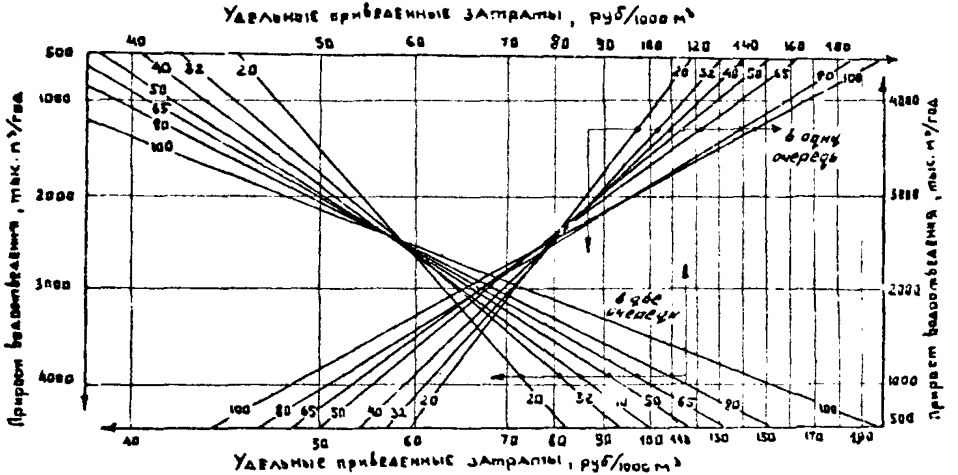



Рис.I. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в одну и две очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при $БПК_{20}$ исходной воды менее 250 мг/л

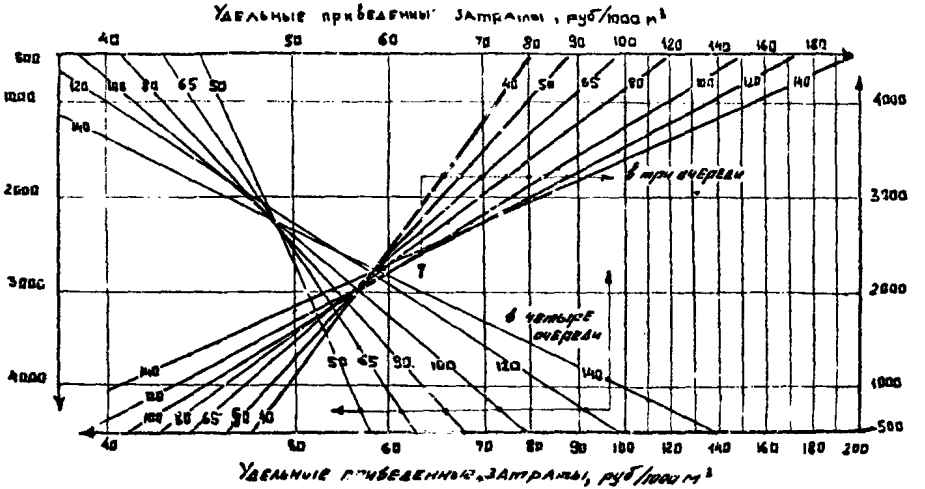



Рис.2. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в три и четыре очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при $БПК_{20}$ исходной воды менее 250 мг/л

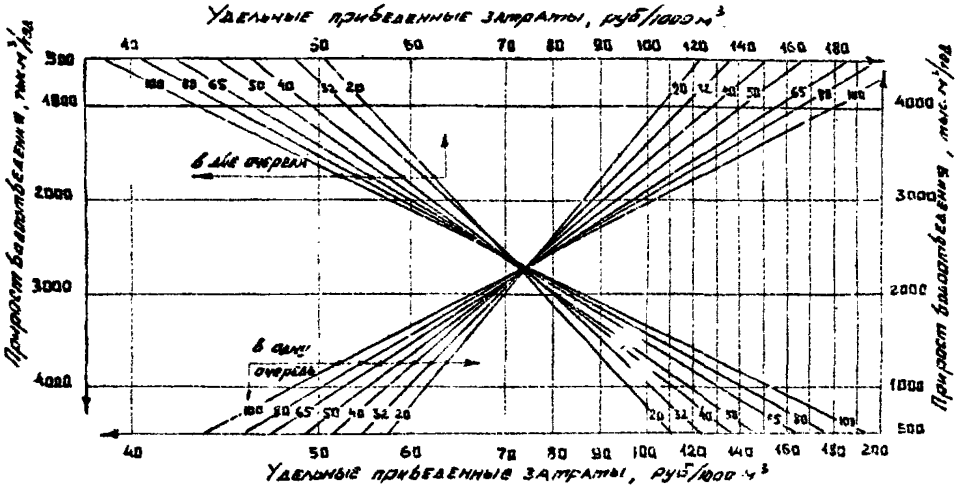



Рис.3. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в одну и две очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при $БПК_{20}$ более 250 мг/л

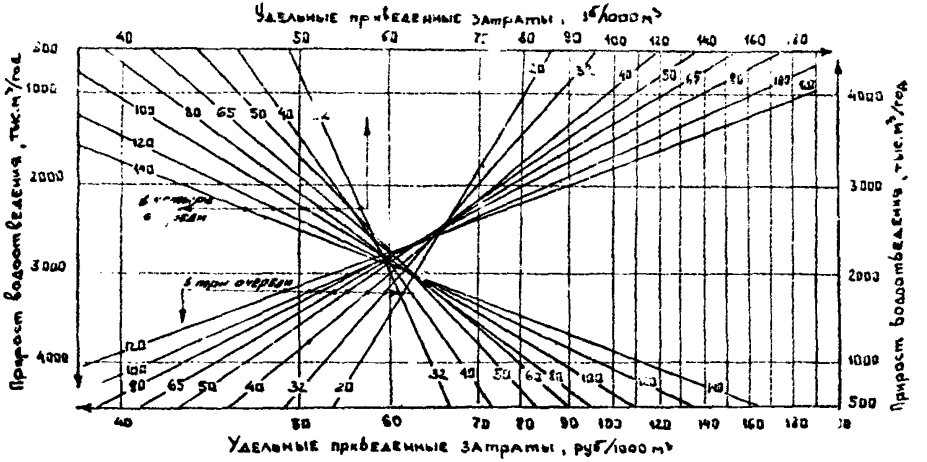



Рис.4. График для определения укрупненных показателей удельных приведенных затрат на строительство КОС в три и четыре очереди в зависимости от темпов прироста водоотведения при $БПК_{20}$ исходной воды менее 250 мг/л

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

## Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве (СН 423-7I).М., Стройиздат, I979.

2. Временная методика определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды. Ин-т экономики АН СССР, М.,I98I.

3. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (СН 509-78).М.,Стройиздат, I975.

4. СНиП II-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения. М , Стройиздат, I975.

5. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений (СН 440-79).М.,Стройиздат, I98I.

6. Выбор водопроводных сооружения с учетом их развития.М.,ЦНИИЭП инженерного оборудования/Стройиздат, I975.

7. Разработка методики экономического обоснования выбора оптимальных мощностей водопроводных очистных сооружения с учетом их развития, М.,ЦНИИЭП инженерного оборудования, I97I.

8. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности (Совет Экономической Взаимопомощи/ ВНИИ "ВОДГЕО" Госстроя СССР). М., Стройиздат, I978.

9. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий, М., Стройиздат, I98I.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

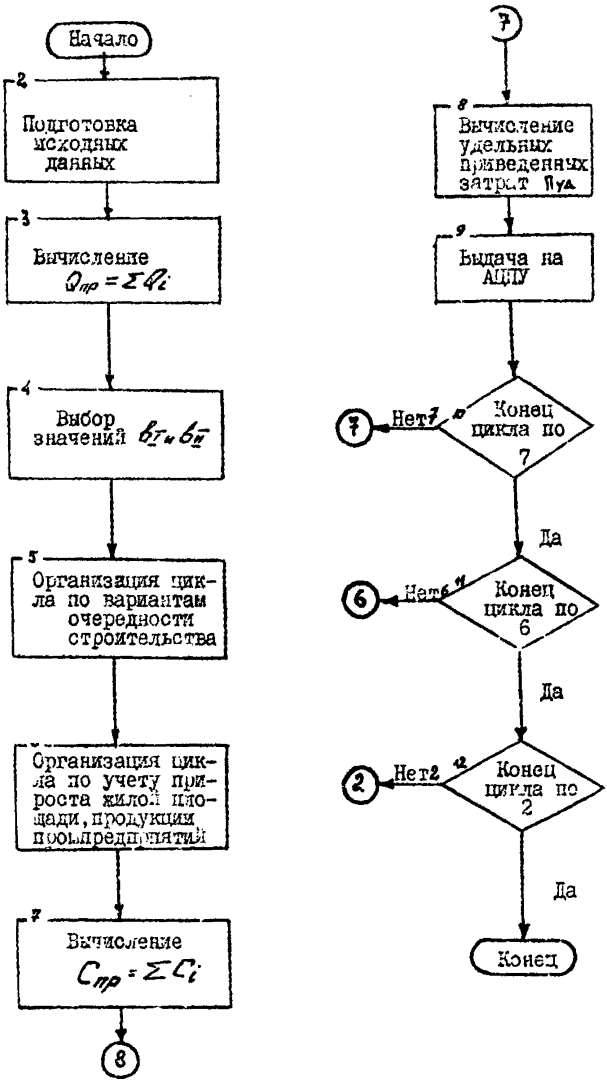
Приложение I. Коэффициенты приведения затрат по фактору времени

| $t$ | $(1+E_{нп})^t$ | $\frac{1}{(1+E_{нп})^t}$ | $t$ | $(1+E_{нп})^t$ | $\frac{1}{(1+E_{нп})^t}$ | $t$ | $(1+E_{нп})^t$ | $\frac{1}{(1+E_{нп})^t}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | I,0Ɛ | 0,926 | I2 | 2,509 | 0,396 | 23 | 5,84I | 0,I7I |
| 2 | I,I66 | 0,858 | I3 | 2,709 | 0,369 | 24 | 6,308 | 0,I59 |
| 3 | I,259 | 0,794 | I4 | 2,925 | 0,342 | 25 | 6,I82 | 0,I47 |
| 4 | I:359 | 0,735 | I5 | 3,I59 | 0,3I7 | 26 | 7,5ɔɔ | 0,I36 |
| 5 | I,467 | 0,68I | I6 | 3,4II | 0,298 | 27 | 7,944 | 0,I26 |
| 6 | I,584 | 0,630 | I7 | 3,683 | 0,272 | 28 | 8,579 | 0,II7 |
| 7 | I,7I0 | 0,583 | I8 | 3,977 | 0,25I | 29 | 9,265 | 0,I08 |
| 8 | I,846 | 0,540 | I9 | 4,295 | 0,233 | 30 | I0,006 | 0,099 |
| 9 | I,993 | 0,500 | 20 | 4,638 | 0,2I6 | 35 | I4,699 | 0,068 |
| I0 | 2,I52 | 0,463 | 2I | 5,009 | 0,I99 | 40 | 2I,594 | 0,046 |
| II | 2,324 | 0,430 | 22 | 5,409 | 0,I85 | 50 | 46,6I4 | 0,02I |

Приложение 2. Распределение капитальных вложений по годам строительства

| Производительность КОС тыс.м³/сут | Общая продолжительность стр-ва, мес. | Коэффициенты распределения капвложений по годам стр-ва | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | в I | в II | в III | в IУ |
| 0,70 | 9 | I,0 | – | – | – |
| I0,0 | I6 | 0,75 | 0,25 | – | – |
| 40,0 | 22 | 0,55 | 0,45 | – | – |
| I30,0 | 32 | 0,3I | 0,46 | 0,23 | – |
| I75,0 | 36 | 0,30 | 0,37 | 0,33 | – |
| 280,0 | 40 | 0,25 | 0,32 | 0,32 | 0,II |
| 350,0 | 44 | 0,I8 | 0,29 | 0,35 | 0,I8 |

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, м³/сутки | | Значения П уд. в руб/м³ при различных темпах прироста водоотведения | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1000 тыс.м³/год | | 2000 тыс. м³/год | | 3000 тыс. м³/год | | 4000 тыс. м³/год | |
| | | БПК до 250 мг/л | Более 250 мг/л | $БПК_{20}$ до 250 мг/л | Более 250 мг/л | $БПК_{20}$ до 250 мг/л | Более 250 мг/л | $БПК_{20}$ до 250 мг/л | Более 250 мг/л |
| 20 000 | в I очередь | 0,098 | 0,III | 0,067 | 0,075 | 0,054 | 0,061 | 0,052 | 0,058 |
| | в 2 очереди | 0,086 | 0,097 | 0,060 | 0,067 | 0,052 | 0,058 | 0,050 | 0,058 |
| 32 000 | в I очередь | 0,II2 | 0,I25 | 0,072 | 0,080 | 0,052 | 0,058 | 0,049 | 0,054 |
| | в 2 очереди | 0,089 | 0,I0I | 0,060 | 0,069 | 0,047 | 0,053 | 0,045 | 0,054 |
| | в 3 очереди | 0, 08I | 0,093 | 0,059 | 0,066 | 0,046 | 0,05I | 0,044 | 0,048 |
| 40 000 | в I очередь | 0,II8 | 0,I3I | 0,086 | 0,085 | 0,059 | 0,06I | 0,058 | 0,056 |
| | в 2 очереди | 0,086 | 0,098 | 0,062 | 0,070 | 0,046 | 0,05I | 0,043 | 0,048 |
| | в 3 очереди | 0,080 | 0,094 | 0,058 | 0,066 | 0,052 | 0,056 | 0,050 | 0,054 |
| 50 000 | в I очередь | 0,I42 | 0,I47 | 0,085 | 0,094 | 0,053 | 0,059 | 0,049 | 0,053 |
| | в 2 очереди | 0,I03 | 0,II5 | 0,070 | 0,079 | 0,047 | 0,052 | 0,044 | 0,048 |
| | в 3 очереди | 0,084 | 0,095 | 0,058 | 0,070 | 0,042 | 0,046 | 0,042 | 0,045 |
| 64 000 | в I очередь | 0,I55 | 0,I70 | 0,092 | 0,I0I | 0,059 | 0,065 | 0,040 | 0,052 |
| | в 2 очереди | 0,I0I | 0,II5 | 0,066 | 0,074 | 0,043 | 0,056 | 0,040 | 0,046 |
| | в 3 очереди | 0,I0I | 0,II4 | 0,069 | 0,07I | 0,040 | 0,05I | 0,040 | 0,046 |
| | в 4 очереди | 0,082 | 0,099 | 0,043 | 0,062 | 0,042 | 0,049 | 0,040 | 0,045 |
| 80 000 | в I очередь | - | - | 0,099 | 0,I07 | 0,064 | 0,069 | 0,05I | 0,054 |
| | в 2 очереди | - | - | 0,072 | 0,079 | 0,049 | 0,054 | 0,044 | 0,047 |
| | в 3 очереди | - | - | 0,062 | 0,074 | 0,046 | 0,052 | 0,042 | 0,045 |
| | в 4 очереди | - | - | 0,053 | 0,052 | 0,04I | 0,046 | 0,039 | 0,043 |

Приложение 5. Пример расчета оптимального варианта канализационной очистной станции производительностью 64000 м$^3$/сут. при $БПК_{20}$ исходной воды менее 250 мг/л

5.I. Вариант I Строительство КОС в одну очередь.

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

| Темпы прироста | Годовой прирост водоотведения, тыс.м$^3$/год | Что соответствует годовому приросту x) | |
|---|---|---|---|
| | | жилищного строительства, тыс.м$^2$/год | населения, обеспеченного санитарно-бытовыми условиями чел/год |
| Низкий | I000 | 90 | 7500 |
| Средний | 2000 | I80 | I5000 |
| Большой | 3000 | 270 | 22500 |
| Высокий | 4000 | 360 | 30000 |

5.I.2 Капитальные вложения на строительство КОС в одну очередь определяем по формуле ( см.п.2.2)

$$K = 84{,}21 \cdot Q_{пр}^{0{,}762} \cdot БТ \cdot 1{,}08 + 84{,}21 \cdot Q_{пр}^{0{,}762} \cdot \frac{БП}{1{,}08}; \qquad (10)$$

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

$$K = 1316 \text{ тыс руб}$$

Значение БТ и БП принимаем соответственно равными 0,55 и 0,45 (прил.2).

---

x) при норме водоотведения на I чел.300 л/сутки, коэффициенте неравномерности водоотведения $K_н$ = I,3 и жилой площади на I чел.I2 м$^2$

5.I.3. Расчет суммарных эксплуатационных затрат, приходящихся на I000 м³ очищенной воды, ведем по формуле (п.2.2) в табличной форме.

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

| к | $\gamma_к$ | $C_i$ | $Q_i$ | к | $\gamma_к$ | $C_i$ | $Q_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| I | 0,0I5 | 386,27 | 3I3,6 | 33 | 0,495 | 2I,80 | 490,2 |
| 2 | 0,03 | 353,3I | 570,I2 | 34 | 0,5I0 | I9,99 | 459,0 |
| 3 | 0,045 | 323,39 | 778,03 | 35 | 0,526 | I8,28 | 429,62 |
| 4 | 0,060 | 295,58 | 942,42 | 36 | 0,540 | I6,70 | 40I,72 |
| 5 | 0,075 | 270,40 | I07I,20 | 37 | 0,555 | I5,20 | 375,36 |
| 6 | 0,090 | 247,43 | II69,24 | 38 | 0,570 | I3,94 | 350,46 |
| 7 | 0,I05 | 226,I6 | I239,46 | 39 | 0,585 | I2,74 | 326,98 |
| 8 | 0,I20 | 206,80 | I287,63 | 40 | 0,60 | II,64 | 304,9I |
| 9 | 0,I35 | I89,05 | I3I6,5I | 4I | 0,6I5 | I0,63 | 284,06 |
| I0 | 0,I50 | I73,I3 | I33I,76 | 42 | 0,630 | 9,7I | 264,50 |
| II | 0,I65 | I58,08 | I329,89 | 43 | 0,645 | 8,87 | 246,2I |
| I2 | 0,I80 | I44,56 | I3I9,02 | 44 | 0,66 | 8,II | 229,05 |
| I3 | 0,I95 | I32,I6 | I298,96 | 45 | 0,675 | 7,4I | 2I2,95 |
| I4 | 0,2I0 | I20,84 | I27I,78 | 46 | 0,690 | 6,76 | I97,89 |
| I5 | 0,225 | II0,48 | I238,66 | 47 | 0,705 | 6,07 | I83,80 |
| I6 | 0,240 | I0I,02 | I20I,3I | 48 | 0,720 | 5,64 | I70,65 |
| I7 | 0,255 | 92,4I | II6I,I3 | 49 | 0,735 | 5,I6 | I58,37 |
| I8 | 0,270 | 84,40 | III6,66 | 50 | 0,750 | 5,7I | I46,92 |
| I9 | 0,285 | 77,23 | I072,60 | 5I | 0,765 | 4,30 | I36,23 |
| 20 | 0,300 | 70,54 | I025,49 | 52 | 0,780 | 3,93 | I26,27 |
| 2I | 0,3I5 | 64,48 | 978,84 | 53 | 0,795 | 3,59 | II7,00 |

Продолжение табл.

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | 0,330 | 58,94 | 932,23 | 54 | 0,8I0 | 3,43 | I08,5I |
| 23 | 0,345 | 53,89 | 886,40 | 55 | 0,825 | 2,99 | I00,34 |
| 24 | 0,360 | 49,24 | 840,5I | 56 | 0,840 | 2,73 | 92,88 |
| 25 | 0,375 | 45,00 | 795,95 | 57 | 0,855 | 2,49 | 85,94 |
| 26 | 0,390 | 4I,I3 | 752,48 | 58 | 0,870 | 2,28 | 79,50 |
| 27 | 0,405 | 38,0I | 7II,25 | 59 | 0,885 | 2,08 | 73,52 |
| 28 | 0,420 | 34,34 | 669,757 | 60 | 0,900 | I,90 | 67,97 |
| 29 | 0,435 | 3I,40 | 630,70 | 6I | 0,9I5 | I,74 | 62,82 |
| 30 | 0,450 | 28,69 | 593,00 | 62 | 0,930 | I,58 | 58,05 |
| 3I | 0,465 | 26,22 | 557,20 | 63 | 0,945 | I,45 | 53,62 |
| 32 | 0,480 | 23,96 | 522,86 | 64 | 0,960 | I,32 | 49,52 |
| | | | | | Всего: | 4493,07 | 3737I,46 |

5.I.4. Определяем удельные приведенные затраты по формуле:

$$П_{уд} = \frac{К + \Sigma Ci}{\Sigma Qi} \cdot = \frac{I3I6 + 4493,I}{37371,5} = 0,I55 \text{ руб/м}^3$$

или I55 руб/I000 м$^3$

5.I.5. В такой же последовательности определяем $П_{уд}$ и для других вариантов прироста водоотведения:

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

5.2. Вариант II. Строительство станции в две очереди с распределением мощности 32 + 32 тыс.м$^3$/сут.

5.2.I. Размер капитальных вложений при строительстве канализационных очистных сооружений производительностью 64 тыс.м$^3$/сутки в две очереди с разбивкой мощностей 32 + 32 тыс.м$^3$/сут., вычисленный по формуле (I0) составляет

К = I3I7,2 тыс.руб.

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

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

| $\kappa$ | $\gamma_\kappa$ | $C_i$ | $Q_i$ | $\kappa$ | $\gamma_\kappa$ | $C_i$ | $Q_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,03 | I97,6 | 3I8,5 | 25 | 0,75 | 26,53 | 808,57 |
| 2 | 0,06 | I82,06 | 579,2 | 26 | 0,78 | 24,37 | 764,42 |
| 3 | 0,09 | I67,83 | 790,38 | 27 | 0,8I | 22,38 | 72I,65 |
| 4 | 0,I2 | I54,46 | 957,38 | 28 | 0,84 | 20,55 | 680,39 |
| 5 | 0,I5 | I42,27 | I088,I9 | 29 | 0,87 | I8,86 | 640,7I |
| 6 | 0,I8 | I3I,06 | II87,79 | 30 | 0,90 | I7,3I | 602,4I |
| 7 | 0,2I | I20,6I | I259,I4 | 3I | 0,93 | I5,9 | 566,04 |
| 8 | 0,24 | II0,09 | I308,07 | 32 | 0,96 | I4,59 | 53I,I6 |
| 9 | 0,27 | I02,09 | I337,40 | 33 | I,00 | I3,42 | 502,80 |
| I0 | 0,30 | 94,08 | I352,89 | 34 | I,00 | 2I,80 | 490,20 |
| II | 0,33 | 86,43 | I350,99 | 35 | I,00 | I9,99 | 459,00 |
| I2 | 0,36 | 79,5I | I339,96 | 36 | I,00 | I8,28 | 429,62 |
| I3 | 0,39 | 73,I3 | I3I9,58 | 37 | I,00 | I6,70 | 40I,72 |
| I4 | 0,42 | 67,25 | I29I,97 | 38 | I,00 | I5,26 | 375,36 |
| I5 | 0,45 | 6I,83 | I258,32 | 39 | I,00 | I3,94 | 350,46 |
| I6 | 0,48 | 56,86 | I220,37 | 40 | I,00 | I2,74 | 326,98 |
| I7 | 0,5I | 52,30 | II79,56 | 4I | I,00 | II,64 | 304,9I |
| I8 | 0,54 | 48,03 | I089,62 | 42 | I,00 | I0,64 | 284,06 |
| I9 | 0,57 | 44,I8 | I089,62 | 43 | I,00 | 9,7I | 264,50 |
| 20 | 0,60 | 40,57 | I04I,77 | 44 | I,00 | 8,87 | 246,2I |
| 2I | 0,63 | 37,26 | 994,38 | 45 | I,00 | 8,II | 229,05 |
| 22 | 0,66 | 34,24 | 947,03 | 46 | I,00 | 7,4I | 2I2,95 |
| 23 | 0,69 | 3I,47 | 900,47 | 47 | I,00 | 6,76 | I97,89 |
| 24 | 0,72 | 28,9I | 853,85 | 48 | I,00 | 3,77 | I83,80 |
| | | | | Всего: | | 2532,10 | 37874,00 |

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

$$П_{уд} = \frac{К + \Sigma C_i}{\Sigma Q_i} = \frac{I3I7,2 + 2532,I}{37874} = 0,I0I6 \text{ руб/м}^3,$$

или I0I,6 руб/I000 м$^3$

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

- при среднем темпе прироста водоотведения $П_{уд}$ = 66 руб/I000 м$^3$;
- при большом темпе прироста водоотведения $П_{уд}$ = 4I руб/I000 м$^3$;
- при высоком темпе прироста водоотведения $П_{уд}$ = 40 руб/I000 м$^3$;

5.3. Вариант Ш. Строительство КОС в три очереди с распределением мощности 20 + I2 + 32 тыс.м$^3$/сутки

5.3.I. Капитальные затраты на строительство канализационных очистных сооружений производительностью 64 т.м$^3$/сут. при строительстве их в две очереди, вычисленные по формуле (I0), составляют:

К = I323,8 тыс.руб.

5.3.2. Суммарные эксплуатационные затраты КОС определяем в табличной форме

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

| | $T_к$ | $C_i$ | $Q_i$ | к | $T_к$ | $C_i$ | $Q_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,6 | 200,26 | 637,09 | I7 | I,00 | 6I,75 | 2312,67 |
| 2 | 0,I2 | I86,89 | II58,35 | I8 | I,00 | 56,09 | 2I00,72 |
| 3 | 0,I8 | I74,42 | I580,75 | I9 | I,00 | 5I,04 | I9II,62 |
| 4 | 0,24 | I62,45 | I9I4,75 | 20 | I,00 | 46,36 | I736,28 |
| 5 | 0,30 | I5I,35 | 2I76,39 | 2I | I,00 | 42,I4 | I578,38 |
| 6 | 0,36 | I40,96 | 2375,59 | 22 | I,00 | 58,3I | I434,89 |
| 7 | 0,42 | I3I,09 | 2518,28 | 23 | I,00 | 34,84 | I305,03 |

Продолжение таблицы

| К | $\gamma_к$ | $C_i$ | $Q_i$ | К | $\gamma_к$ | $C_i$ | $Q_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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

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

или 69 руб/ 1000 м$^3$

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

- при низком приросте $П_{уд}$ = 101 руб/1000 м$^3$
- при большом приросте $П_{уд}$ = 40 руб/1000 м$^3$
- при малом приросте $П_{уд}$ = 40 руб/1000 м$^3$

5.4. Вариант IУ. Строительство КОС в четыре очереди с распределением мощности по очередям 20 + 20 + 12 + 12 т.м$^3$/с

5.4.1. Капитальные вложения на строительство КОС производительностью 64 тыс.м$^3$/сут. в четыре очереди составляют:

К = 1325 тыс.руб.

5.4.2. Суммарные затраты на эксплуатацию КОС при строительстве

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

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

| $K$ | $\gamma_K$ | $C_i$ | $Q_i$ | $K$ | $\gamma_K$ | $C_i$ | $Q_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,20 | I34,I9 | I327,27 | I4 | I,00 | I49,9 | 5087,0 |
| 2 | 0,40 | I33,2I | 24I3,22 | I5 | I,00 | I38,7 | 4954,6 |
| 3 | 0,60 | I3I,40 | 3293,23 | I6 | I,00 | I28,4 | 4805,2 |
| 4 | 0,80 | I28,65 | 3989,07 | I7 | I,00 | II8,2 | 4553,5 |
| 5 | I,00 | I25,4I | 4534,I6 | I8 | I,00 | I07,4 | 4I35,8 |
| 6 | I,00 | I89,39 | 4742,94 | I9 | I,00 | 97,7 | 3763,5 |
| 7 | I,00 | I78,08 | 5059,03 | 20 | I,00 | 88,7 | 3418,3 |
| 8 | I,00 | I67,32 | 5279,98 | 2I | I,00 | 80,7 | 3I07,4 |
| 9 | I,00 | I57,02 | 54I7,73 | 22 | I,00 | 73,3 | 2824,9 |
| I0 | I,00 | I47,46 | 5496,I4 | 23 | I,00 | 66,7 | 2569,3 |
| II | I,00 | I6I,35 | 5629,2 | 24 | I,00 | 60,6 | 2334,7 |
| I2 | I,00 | I50,35 | 5583,2 | 25 | I,00 | 55,I | 2I22,5 |
| I3 | I,00 | I38,30 | 5286,8 | | | | |
| | | | | Всего: | | 3II4,0 | I02588,0 |

5.4.3. Определение удельных приведенных затрат:

$$П_{уд} = \frac{K + \Sigma C_i}{\Sigma Q_i} = \frac{I325 + 3II4}{I02588} = 0,043 \text{ руб/м}^3$$

или 43 руб/I000 м$^3$

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

- при низком приросте $П_{уд}$ = 82 руб / I000 м$^3$;
- при среднем приросте $П_{уд}$ = 30 руб/ I000 м$^3$
- при высоком приросте $П_{уд}$ = 40 руб/ I000 м$^3$

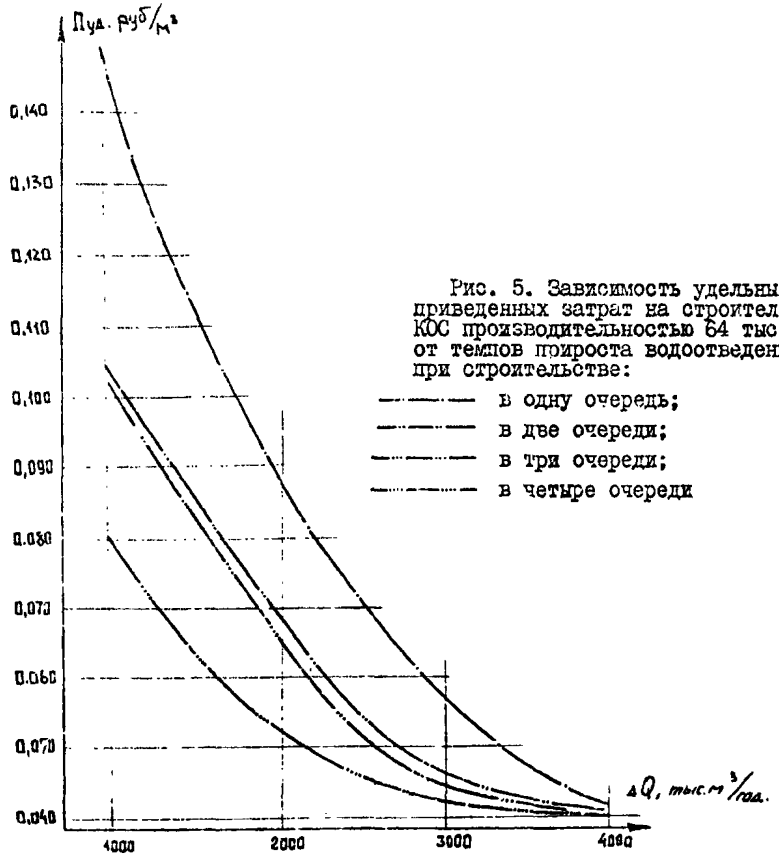



Рис. 5. Зависимость удельных приведенных затрат на строительство КОС производительностью 64 тыс.м³/с от темпов прироста водоотведения при строительстве:

——— в одну очередь;
——— в две очереди;
——— в три очереди;
——— в четыре очереди

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 . . . . . .I7

4. Приложения . . . . . I8

Приложение I. Коэффициенты приведения затрат по фактору времени . . . . . I8

Приложение 2. Распределение капитальных вложений по годам строительства . . . . . I8

Приложение 3. Блок-схема определения удельных приведенных затрат на строительство КОС . . . I9

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$^3$/сут.при БПК$_{20}$ исходной воды менее 250 мг/л . . . . . 2I

Оглавление . . . . . 29



Временные рекомендации

по определению рационального варианта очередности строительства канализационных очистных сооружений

Научный редактор Сидорин Л.П.

Редактор Бирюкова Е.М.

ВНИИ "ВОДГЕО" Москва, II9826, Комсомольский проспект, 42

Цена 30 коп..

Д-76336. Подп. к печ. I7/XII-82г. Объем I, 9п.л. Тир. 300. Зак. 1г Ф.60х90 1/16

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


gost.e-ecolog.ru