

**Охрана окружающей среды и природопользование.  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ**

**Часть 1**

**Расчет технологических нормативов водопользования**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне.  
ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ НАРМАТЫВЫ**

**Частка 1**

**Разлік тэхналагічных нарматываў водакарыстання**

Издание официальное



**Минприроды**

**Минск**

**Ключевые слова:** технологические нормативы водопользования, водопотребление, водоотведение, удельный показатель

---

### Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН республиканским унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»

ВНЕСЕН Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от \_\_\_\_\_ 201\_г.  
№ \_\_\_\_\_

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь

---

Издан на русском языке

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Термины и определения .....	2
4 Основные положения .....	2
5 Требования к составу расчета технологических нормативов водопользования.....	2
6 Методы расчета технологических нормативов водопользования .....	5
Приложение А (рекомендуемое) Форма представления для утверждения индивидуальных технологических нормативов водопользования.....	6
Приложение Б (рекомендуемое) Форма представления для утверждения отраслевых технологических нормативов водопользования.....	9
Приложение В (рекомендуемое) Перечень исходных данных для разработки технологических нормативов водопользования.....	10
Приложение Г (рекомендуемое) Форма представления сведений об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования.....	11
Приложение Д (информационное) Пример расчета технологических нормативов водопользования теоретическим методом.....	12
Приложение Е (информационное) Пример расчета технологических нормативов водопользования теоретическим методом отчетно-статистическим методом.....	22
Библиография.....	38

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**

---

**Охрана окружающей среды и природопользование.  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ**

**Часть 1**

**Расчет технологических нормативов водопользования**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне.  
ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ НАРМАТЫВЫ**

**Частка 1**

**Разлік тэхналагічных нарматываў водакарыстання**

Environmental Protection and Nature Use.

TECHNOLOGICAL SPECIFICATIONS

Part 1

THE CALCULATION OF TECHNOLOGICAL SPECIFICATIONS  
OF WATER USING

---

**Дата введения 2015-10-01**

**1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает требования к составу расчету технологических нормативов водопользования и их оформлению, а также определяет методы расчета технологических нормативов водопользования.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.06-12-2015 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Правила ведения учета добываемых подземных вод, изымаемых поверхностных вод и сбрасываемых сточных вод в окружающую среду.

ТКП 45-4.01-52-2007 Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования.

ТКП 45-4.01-54-2007 Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования.

ТКП 45-4.01-258-2012 Водоснабжение промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования.

Примечание – При пользовании настоящим ТКП целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим ТКП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в [1] - [2], а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 баланс водопотребления и водоотведения:** соотношение объемов водопотребления и водоотведения с учетом объемов безвозвратного водопотребления;

**3.2 безвозвратное водопотребление:** использование воды без возврата в поверхностные и (или) подземные воды;

**3.3 система оборотного водоснабжения:** система водоснабжения с многократным использованием воды на одни и те же цели с промежуточным охлаждением и (или) очисткой;

**3.4 система повторного (последовательного) водоснабжения:** система водоснабжения, в которой вода используется повторно (последовательно) в нескольких производственных процессах без дополнительной очистки и (или) обработки;

**3.5 технологические нужды:** производственные нужды и нужды, не зависящие от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленные производственным процессом.

### 4 Основные положения

**4.1** Технологические нормативы водопользования разрабатываются в соответствии с требованиями [1] - [2], а также настоящего технического кодекса.

**4.2** Технологические нормативы водопользования разрабатываются с целью повышения эффективности и рационального использования водных ресурсов, планомерного снижения воздействия на окружающую среду сбрасываемых сточных вод, образующихся при производстве продукции (использовании сырья, материалов), а также стимулирования внедрения наилучших доступных технических методов.

**4.3** При разработке технологических нормативов водопользования могут использоваться результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских, опытно-технологических и патентных исследований в области охраны и использования вод.

### 5 Требования к составу расчета технологических нормативов водопользования и их оформлению

**5.1** Расчет технологических нормативов водопользования основывается на определении нормативных объемов водопотребления и водоотведения и их удельных показателей с последующим проведением анализа эффективности использования вод в производственном процессе в соответствии с [2].

**5.2** В состав нормативного объема водопотребления входят расходы воды, используемой на:

- производственные нужды;
- нужды, не зависящие от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленные производственным процессом;
- хозяйственно-питьевые нужды.

**5.3** В состав нормативного объема водоотведения входят расходы сточных вод:

- обусловленные производственными нуждами;
- не зависящие от производства продукции (используемого сырья, материалов), но обусловленные производственным процессом;
- образующиеся в результате удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд.

**5.4** Нормативный объем воды, используемой на производственные нужды  $W_{i\delta}$ , в м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле:

$$W_{np} = \sum_{i=1}^n W_{npi}, \quad (1)$$

где  $i$  – производственные процессы, в ходе которых используются водные ресурсы для производства продукции (использования сырья, материалов);

$W_{npi}$  – объем воды, используемой в  $i$ -ом производственном процессе, м<sup>3</sup>.

**5.5** Нормативный объем сточных вод, обусловленный производственными нуждами  $S_{np}$ , в м<sup>3</sup>, рассчитывается по формуле:

$$S_{np} = \sum_{i=1}^n S_{npi}, \quad (2)$$

где  $i$  – производственные процессы, в ходе которых образуются сточные воды;

$S_{npi}$  – объем сточных вод, образующихся в  $i$ -ом производственном процессе, м<sup>3</sup>.

**5.6** Определение нормативного объема воды на нужды, не зависящие от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленные производственным процессом  $W_o$ , ведется по аналогии с 5.4.

**5.7** Определение нормативного объема сточных вод, не зависящего от производства продукции (используемого сырья, материалов), но обусловленного производственным процессом  $S_o$ , ведется по аналогии с 5.5.

**5.8** Нормативный объем воды на хозяйственно-питьевые нужды  $W_{\delta/i}$  проводится в соответствии с [3], ТКП 45-4.01-52, ТКП 45-4.01-54.

**5.9** Удельный показатель водопотребления (технологический норматив водопотребления)  $N_i^a$ , в м<sup>3</sup> на единицу производимой продукции (используемого сырья, материалов), определяется по формуле:

$$N_i^a = \frac{W_{npi}}{P_i}, \quad (3)$$

где  $P_i$  – объем по  $i$ -видам выпускаемой продукции (используемого сырья, материалов).

**5.10** Удельный показатель водоотведения (технологический норматив водоотведения)  $N_i^c$ , в м<sup>3</sup> на единицу производимой продукции (используемого сырья, материалов), определяется по формуле:

$$N_i^c = \frac{S_{npi}}{P_i} \quad (4)$$

**5.11.** Критериями эффективности использования воды являются:

- рациональность использования водных ресурсов с учетом безвозвратного водопотребления и потерь воды;

- количество используемой в производственном процессе оборотной воды.

**5.12** Рациональность использования водных ресурсов оценивается коэффициентом использования  $K_u$  (с применением наилучших доступных технических методов коэффициент использования достигает 0,75-0,87), который определяется по формуле:

$$\hat{E}_{\dot{\epsilon}} = \frac{W_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\delta}} - S_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\delta}}}{W_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\delta}}} \leq 1, \quad (5)$$

где  $W_{mex}$  – нормативный объем воды, используемой на технологические нужды, м<sup>3</sup>, определяемый по формуле (6);

$S_{mex}$  – нормативный объем сточных вод, образующихся в процессе производства, м<sup>3</sup>, определяемый по формуле (7).

**5.13** Нормативный объем воды, используемой на технологические нужды, определяется по формуле:

$$W_{mex} = W_{np} + W_o \quad (6)$$

**5.14** Нормативный объем сточных вод, образующихся в процессе производства, определяется по формуле:

$$S_{mex} = S_{np} + S_o \quad (7)$$

**5.15** Количество используемой в производственном процессе оборотной воды  $P_{\dot{\alpha}}$  в процентах (использование оборотной воды с применением наилучших доступных технических методов достигает 75-95 процентов), определяется по формуле:

$$P_{\dot{\alpha}} = \frac{W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}}}{W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}} + W_{mex}} \times 100, \quad (8)$$

где  $W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}}$  – количество воды, используемой в системах оборотного водоснабжения, м<sup>3</sup>.

**5.16** Безвозвратное водопотребление и потери воды  $P_{nom}$ , в процентах, определяются по формуле:

$$P_{nom} = \frac{W_{mex} - S_{mex}}{W_{mex} + W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}} + W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}}} \times 100, \quad (9)$$

где  $W_{\dot{\alpha}\dot{\delta}}$  – количество воды, используемой в системе повторного (последовательного) водоснабжения, м<sup>3</sup>.

**5.17** Оформление индивидуальных технологических нормативов водопользования для представления их на утверждение осуществляется по форме согласно приложениям А. Оформление отраслевых технологических нормативов водопользования для представления их на утверждение осуществляется по форме согласно приложениям Б.

## 6 Методы расчета технологических нормативов водопользования

**6.1** Расчет технологических нормативов водопользования может производиться с применением теоретического или отчетно-статистического методов.

**6.2** Теоретический метод дает возможность определить технологические нормативы водопользования на основе составления баланса водопотребления и водоотведения с учетом особенностей производственных процессов, систем водоснабжения и канализации. Для расчета технологических нормативов водопользования теоретическим методом используются в основном данные технической и технологической документации, а также существующая рецептура и регламенты.

Пример расчета технологических нормативов водопользования теоретическим методом представлен в приложении Д.

**6.3** Отчетно-статистический метод заключается в определении технологических нормативов водопользования на основе данных государственной статистической отчетности об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за истекший период с учетом факторов, оказывающих влияние на изменение этих нормативов. Удельный показатель устанавливается с корректировкой достигнутого значения в сторону снижения на основе планируемых организационно-технических мероприятий в производстве и анализа динамики фактического расхода воды за ряд лет.

Отчетно-статистический метод рекомендуется применять в случае, если учет вод, используемых на технологические нужды, а также образующихся сточных вод в процессе производства, осуществляется по каждому его производственному процессу с применением средств измерений расхода (объема) вод (включая обратное и повторно-последовательное водоснабжение).

Пример расчета технологических нормативов водопользования отчетно-статистическим методом представлен в приложении Е.

**6.4** Для расчета технологических нормативов водопользования применяется схема водоснабжения и канализации, составленная в соответствии с ТКП 17.06-12, а также сведения об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования [2].

Перечень исходных данных для расчета технологических нормативов водопользования приведен в приложении В. Форма представления сведений об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования, приведена в приложении Г.



**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Форма представления для утверждения индивидуальных технологических нормативов водопользования**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
(должность утверждающего лица)

\_\_\_\_\_  
(подпись, фамилия, инициалы)

М.П.

«       » \_\_\_\_\_ 20    г.

Индивидуальные технологические нормативы  
водопользования

\_\_\_\_\_  
(наименование юридического лица или фамилия, собственное имя,  
отчество (если такое имеется) индивидуального предпринимателя)

Разработчик индивидуальных технологических нормативов  
водопользования

\_\_\_\_\_  
(наименование юридического лица или фамилия, собственное имя,  
отчество (если такое имеется) индивидуального предпринимателя)

\_\_\_\_\_  
(местонахождение, место жительства)

1. ОБОЗНАЧЕНИЯ И РАЗМЕРНОСТЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ВЕЛИЧИН

$N_1^a, N_2^a, \dots, N_i^a$	индивидуальный технологический норматив водопотребления для соответствующего вида производимой продукции (используемого сырья, материалов), м <sup>3</sup>
$N_1^{\tilde{n}}, N_2^{\tilde{n}}, \dots, N_i^{\tilde{n}}$	индивидуальный технологический норматив водоотведения для соответствующего вида производимой продукции (используемого сырья, материалов), м <sup>3</sup>
$P_1, P_2, \dots, P_i$	объем производимой продукции (используемого сырья, материалов), единица измерения
$W_o$	нормативный объем воды на нужды, независимые от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленные производственным процессом, м <sup>3</sup>

$W_{тех}$	нормативный объем воды на технологические нужды, м <sup>3</sup>
$S_o$	нормативный объем сточных вод, независящий от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленный производственным процессом, м <sup>3</sup>
$S_{тех}$	нормативный объем сточных вод, образующихся в процессе производства, м <sup>3</sup>

## 2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ РАСЧЕТ

### Водопотребление:

на производство продукции  
(использование сырья,  
материалов)

\_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> ( $N_1^a$ );  
(наименование единицы  
производимой продукции,  
используемого сырья, материалов)

на производство продукции  
(использование сырья,  
материалов)

\_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> ( $N_2^a$ );  
(наименование единицы  
производимой продукции,  
используемого сырья, материалов)

нормативный объем воды, независящий от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленный производственным процессом \_\_\_\_\_ куб. метров ( $W_o$ );

Формула для расчета нормативного объема воды, используемой технологические нужды:

$$W_{\text{д\`а\`а}} = W_o + N_1^a P_1 + N_2^a P_2 + \dots + N_i^a P_i$$

### Водоотведение:

на производство продукции  
(использование сырья,  
материалов)

\_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> ( $N_1^c$ );  
(наименование единицы  
производимой продукции,  
используемого сырья, материалов)

на производство продукции  
(использование сырья,  
материалов)

\_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> ( $N_2^c$ );  
(наименование единицы  
производимой продукции,  
используемого сырья, материалов)

## ТКП 17.02-13/1-2015

нормативный объем сточных вод, независящий от производства продукции (использования сырья, материалов), но обусловленный производственным процессом \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup> ( $S_o$ ).

Формула для расчета нормативного объема сточных вод, образующихся в процессе производства:

$$S_{\text{норм}} = S_o + N_1^c P_1 + N_2^c P_2 + \dots + N_i^c P_i$$

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

**Форма представления для утверждения отраслевых технологических нормативов водопользования**

№ п/п	Наименование и способ производства	Единица измерения	Наименование системы водоснабжения (оборотная, повторная (последовательная), прямоточная)	Нормируемый объем водопотребления на единицу измерения, м <sup>3</sup>			
				оборотной, повторно (последовательно) используемой	для технологических нужд	для хозяйственно-питьевых нужд	всего
1	2	3	4	5	6	7	8

Нормируемый объем водоотведения на единицу измерения, м <sup>3</sup>				Безвозвратное водопотребление, м <sup>3</sup>	Потери воды, м <sup>3</sup>	Количество сточных вод, используемых в системах водоснабжения, м <sup>3</sup>
всего	в том числе сточных вод					
	требующих очистки		не требующих очистки			
	производственных	хозяйственно-бытовых				
9	10	11	12	13	14	15

**Приложение В**  
(рекомендуемое)

**Перечень исходных данных для разработки технологических нормативов водопользования**

1. Структура и общая характеристика производства, включая основные производственные процессы, выпускаемую продукцию (используемое сырье, материалы), проектные и фактические мощности, а также штатная численность работающих по категориям, количество рабочих дней в году, количество рабочих смен.

2. Описание схемы водоснабжения и канализации, включая оборотное, повторно-последовательное водоснабжение, систему дождевой канализации, сведения о местах установки средств измерений объемов (расходов) вод.

3. Перечень производственных процессов, в которых используются водные ресурсы и (или) образуются сточные воды, включая:

данные технической документации и инструкции изготовителей технологического оборудования, в ходе эксплуатации которых используются водные ресурсы и (или) образуются сточные воды (тип, марка, производственная мощность, режим работы);

сведения о расходах воды на мойку технологического оборудования и ее периодичность (продолжительность).

4. Данные государственной статистической отчетности об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования по форме, указанной в приложении Г.

5. Характеристика водозаборных сооружений, очистных сооружений сточных вод.

6. Характеристика систем оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения.

7. Наличие моек механических транспортных средств (количество и тип механических транспортных средств, периодичность их мойки).

8. Сведения о расходах воды на нужды котельной, водоподготовку.

9. Сведения о расходах воды на нужды производственных лабораторий (профиль лабораторий, количество работающего персонала, наличие лабораторных дистилляторов, с указанием их производительности и времени работы);

10. Сведения об использовании воды на хозяйственно-питьевые нужды:

количество душевых сеток;

сведения о расходах воды на нужды столовой (количество условных блюд в смену);

сведения о расходах воды на нужды медицинских пунктов (количество посетителей в месяц, режим работы);

сведения о наличии прачечных (режим работы, марка машины и технические характеристики, вес сухого белья в месяц);

площадь производственных помещений, подлежащих влажной уборке и санитарной обработке, периодичность и способ их проведения;

площадь покрытий (их тип) и зеленых насаждений, подлежащих мойке и поливу;

наличие саун и бассейнов (количество посетителей в сутки, объем бассейна, периодичность смены воды в нем);

сведения о расходах воды на нужды пожаротушения.

11. Другие статьи расходов (при необходимости).

**Приложение Г**  
(рекомендуемое)

**Форма представления сведений об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования**

за \_\_\_\_\_ год

Сведения	Месяцы												Всего за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1. Водопотребление общее, м <sup>3</sup>													
в том числе на технологические нужды, м <sup>3</sup>													
2. Водоотведение общее, м <sup>3</sup>													
в том числе расход сточных вод, обусловленных процессом производства, м <sup>3</sup>													
3. Сведения по видам продукции, единица продукции													
4. Сведения по используемому сырью (материалам), единица измерения													

**Приложение Д**  
(информационное)

**Пример расчета технологических нормативов водопользования теоретическим методом**

В качестве примера предлагается ликероводочный завод с проектной мощностью производства: водок 1450 тыс. дал в год и ликероводочных изделий 250 тыс. дал в год. Фактический объем производства за отчетный период составил – 1087,79 тыс. дал водок и 117,381 тыс. дал ликероводочных изделий.

Производство водок и ликероводочных изделий включает следующих последовательные производственные процессы:

- подготовка воды для производственных нужд;
- приготовление водно-спиртового раствора;
- мойка тары для розлива продукции;
- приготовление продукции.

На предприятии вода используется на нужды, не зависящие от производства продукции, но обусловленные производственным процессом, в том числе на нужды:

- котельной;
- химической и биологической лабораторий.

Хозяйственно-питьевые нужды предприятия включают: питьевые, душевые нужды и полив зеленых насаждений.

Для расчета использовались данные технической и технологической документации, а также существующая рецептура и регламенты, а также сведений об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции (использовании сырья, материалов) за 3 года, предшествующих разработке технологических нормативов водопользования.

**1. Расчет расхода воды на производственные нужды  $W_{i0}$**

**1.1 Подготовка воды для производственных нужд**

Исходя из технических характеристик водоподготовительной установки для получения 2 м<sup>3</sup>/час подготовленной воды необходимо 2,6 м<sup>3</sup>/час исходной (водопроводной) воды, т.е. расход воды на нужды водоподготовки составляет 23 % от общего водопотребления. Фактическая производительность водоподготовительной установки составляет 1,7 м<sup>3</sup>/час (40,8 м<sup>3</sup> в сутки, 898 м<sup>3</sup> в месяц, 10771 м<sup>3</sup> в год), соответственно, объем водопроводной воды составит 2,21 м<sup>3</sup>/час.

Общий объем водопотребления на подготовку воды составит:

- в сутки:  $2,21 \times 24 = 53 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $53 \times 22 = 1166 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $166 \times 12 = 13992 \text{ м}^3$ .

Объем промывной воды, регенерационных растворов и концентрата, сбрасываемого в канализацию, будет равен 0,51 м<sup>3</sup>/сут. Объем водоотведения равен:

- в сутки:  $0,51 \times 24 = 12,2 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $12,2 \times 22 = 268 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $268 \times 12 = 3216 \text{ м}^3$ .

**1.2 Приготовление водно-спиртового раствора**

В соответствии с технологическим регламентом для производства 1000 дал готовой продукции с учетом потерь в производстве расходуется 626,7 дал (6267 л) воды. Фактический объем производства за отчетный период составил – 1087,79 тыс. дал водок. Таким образом расход воды на приготовление водок составит:

- в год:  $1087,79 \times 626,7 / 100 = 6817 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $6817 / 12 = 568 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $568 / 30 = 19 \text{ м}^3$ .

### 1.3 Расчетное водопотребление при мойке тары

В цеху установлено 3 бутылкомоечные машины. По паспортным данным производительность бутылкомоечной машины АММ-6 не менее 6600 бутылок в час. Расход воды составляет 6 м<sup>3</sup>/час. Количество часов в смену, 8 час. Расход воды на мойку бутылок будет равен:

- в сутки:  $6 \times 3 \times 8 = 144 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $144 \times 22 = 3168 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $3168 \times 12 = 38016 \text{ м}^3$ .

Ежедневно производится мойка бутылкомоечных машин из шланга, с наружным диаметром 20 мм в течение 10 минут. При диаметре патрубка у поливочного крана  $d_y = 15$  мм, принимаем расход воды, равный 0,2 л/сек. Расход воды на мойку машин составит:

- в сутки:  $0,2 \times 60 \times 10 \times 3 / 1000 = 0,36 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $0,36 \times 22 = 7,9 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $7,9 \times 12 = 95 \text{ м}^3$ .

Сброс моющего раствора из щелочной ванны осуществляется один раз в 4 дня (6 раз в месяц). После этого ванну промывают водопроводной водой в течение 30 минут. Расход воды на мойку ванны будет равен:

- в месяц:  $0,2 \times 60 \times 30 \times 6 / 1000 = 2,2 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $2,2 / 22 = 0,1 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $2,2 \times 12 = 26,4 \text{ м}^3$ .

Вода после использования в полном объеме сбрасывается в сети канализации.

### 1.4 Приготовление продукции

Расход воды на приготовление продукции включает следующие технологические операции:

- рецептурное приготовление продукции;
- мойка технологического оборудования (чанов после рецептурного приготовления продукции, экстракторов для приготовления полуфабрикатов и сборников для хранения полуфабрикатов).

Расход воды на рецептурное приготовление ликероводочной продукции представлен в таблице 1.1.

**Таблица 1.1 – Расход воды на рецептурное приготовление ликероводочной продукции**

№ п/п	Наименование изделия	Объем выпускаемой продукции, тыс. дал	Расход воды на тысячу дал продукции, м <sup>3</sup>	Объем водопотребления, м <sup>3</sup>		
				в сутки	в месяц	в год
1	Настойки горькие крепостью 43%	21,145	596,9	0,35	10	126
2	Настойки горькие крепостью 40%	16,4	627,7	0,3	8,6	103
3	Настойки горькие крепостью 35%	14,336	678,5	0,3	8,1	97
4	Ликеры крепостью 25%	4,3	781,1	0,1	3	34
5	Ликеры крепостью 35%	19,5	688	0,4	11	134
6	Бальзам крепостью 30%	6	745,0	0,1	4	45
7	Бальзам крепостью 40%	31,8	637	0,6	17	203
8	Джины крепостью 45%	3,9	576,1	0,06	2	23
<b>ВСЕГО</b>		<b>117,381</b>		<b>2,2</b>	<b>63,7</b>	<b>765</b>



В соответствии с технологическим регламентом мойка чанов после рецептурного приготовления продукции производится из шланга, с наружным диаметром 20 мм в течение 40 минут со средней периодичностью два раза в неделю (8 раз в месяц). При диаметре патрубка у поливочного крана  $d_y = 15$  мм, принимаем расход воды, равный 0,2 л/сек.

Расход воды на мойку чанов после рецептурного приготовления продукции составит:

- в месяц:  $0,2 \times 60 \times 40 \times 8 / 1000 = 3,8 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $3,8 / 22 = 0,18 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $3,8 \times 12 = 45,6 \text{ м}^3$ .

Мойка экстракторов для приготовления полуфабрикатов производится в соответствии с технологическим регламентом девять раз в месяц в течение 30 минут. При диаметре патрубка у поливочного крана  $d_y = 15$  мм, принимаем расход воды, равный 0,2 л/сек.

Расход воды на мойку экстракторов для приготовления полуфабрикатов составит:

- в месяц:  $0,2 \times 60 \times 30 \times 9 / 1000 = 3,2 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $3,2 / 22 = 0,15 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $3,2 \times 12 = 38,4 \text{ м}^3$ .

Мойка сборников для хранения полуфабрикатов производится в соответствии с технологическим регламентом один раз в 10 дней (3 раза в месяц) в течение 15 минут каждый. При диаметре патрубка у поливочного крана  $d_y = 15$  мм, принимаем расход воды, равный 0,2 л/сек.

Расход воды на мойку сборников составит:

- в месяц:  $0,2 \times 60 \times 15 \times 3 / 1000 = 5,4 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $5,4 / 22 = 0,25 \text{ м}^3$ ;
- в год:  $5,4 \times 12 = 64,8 \text{ м}^3$ .

Использованная вода на мойку технологического оборудования в полном объеме сбрасывается в сети канализации.

## **2. Расход воды на нужды, не зависящие от производства продукции, но обусловленные производственным процессом, $W_o$**

### **2.1 Расчетное водопотребление на нужды котельной**

В котельной установлено два паровых котла марки ДЕ-6,5/14 № 2, ДЕ-4,0-14 ГМ, работающих на природном газе. В работе эксплуатируется всегда один котел ДЕ-6,5/14 № 2, второй котел является резервным. Котельная используется для производства пара, горячего водоснабжения, а также отопления предприятия.

Водопотребление котельной представляет собой сумму расходов воды на:

- восполнение потерь конденсата пара;
- продувку котлов;
- подпитку тепловой сети;
- потери с выпаром деаэратора;
- на собственные нужды водоподготовки.

Ниже приведены обобщенные данные по всем статьям расхода воды по котельной.

#### Восполнение потерь конденсата пара

Потери конденсата  $G_k$  рассчитываются по формуле:

$$G_k = D - G_{в.к.}, \text{ т/год,}$$

где  $D$  - количество пара, выработанное котельной предприятия на производственные нужды,  $D = 14500$  т/год;

$G_{в.к.}$  - возврат конденсата в котельную,  $G_{в.к.} = 5800$  т/год (40 % от выработанного пара).

Таким образом, потери конденсата ( $G_{к.}$ ), которые необходимо восполнить подпиткой котла за анализируемый период составят:

- в год:  $8700 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $8700/12 = 725 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $725/30 = 24,2 \text{ м}^3$ .

Отведение сточных вод  $S_{пар}$  не осуществляется,  $S_{пар} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Безвозвратные потери воды  $B_{пар} = W_{подпитка котла} = 8700 \text{ м}^3/\text{год}$ .

#### Продувка котлов

Поскольку вода в паровых котлах испаряется, а растворенные в ней соли почти целиком остаются, в котловой воде с течением времени накапливается все больше солей жесткости. Перенасыщая раствор в котле, они выпадают в виде накипи и шлака. Для их удаления котлы продуваются, т.е. часть воды из котла сбрасывается, а взамен добавляется питательная вода, полученная после водоподготовки.

Доля отработанной питательной воды ( $\alpha_{о.в.}$ ) рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{о.в.} = \frac{D - G_{в.к.}}{D},$$

и в результате составляет 0,6.

Зная долю отработанной питательной воды, рассчитываем величину продувки по формуле ( $\Pi$ , %):

$$\Pi = \frac{S_{и.в.} * \alpha_{о.в.}}{S_{к.в.} - (S_{и.в.} * \alpha_{о.в.})} * 100,$$

где  $S_{и.в.}$  – сухой остаток (солесодержание исходной воды),  $S_{и.в.} = 320$ ;

$S_{к.в.}$  – допустимое солесодержание котловой воды,  $S_{к.в.} = 3000$  (по паспортным данным на котел).

$$\Pi = \frac{320 * 0.6}{3000 - (320 * 0.6)} * 100 = 7,76 \%$$

Количество добавочной питательной воды для компенсации потерь от продувки котлов  $W_{продувка}$  рассчитывается по формуле:

$$W_{продувка} = \frac{D * \Pi}{100}, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$W_{продувка} = \frac{14500 * 7,76}{100} = 1123,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким образом количество добавочной питательной воды для компенсации потерь от продувки котлов  $W_{продувка}$  составит:

- в год:  $1123,75 \text{ м}^3$ ;
- в месяц:  $1123,7 / 12 = 93,65 \text{ м}^3$ ;
- в сутки:  $93,65 / 30 = 3,12 \text{ м}^3$ .

## ТКП 17.02-13/1-2015

Вода от непрерывной и периодической продувки  $S_{\text{продувка}}$  сбрасывается в канализацию:  $S_{\text{продувка}} = W_{\text{продувка}} = 1123,75 \text{ м}^3/\text{год}$ , безвозвратные потери  $B_{\text{продувка}} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### Определение расхода воды при работе деаэратора

Расход воды, связанный с выпаром деаэратора  $W_{\text{деаэр}}$ , определяется по формуле:

$$W_{\text{деаэр}} = 0,004 \times G_{\text{деаэр}} \times T_{\text{деаэр}}, \text{ м}^3/\text{год}$$

где  $G_{\text{деаэр}}$  – производительность деаэратора,  $G_{\text{деаэр}} = 10 \text{ м}^3/\text{час}$ ;

$T_{\text{деаэр}}$  – продолжительность функционирования деаэратора,  $T_{\text{деаэр}} = 7000 \text{ час}/\text{год}$ .

Таким образом, расход воды, связанный с выпаром деаэратора  $W_{\text{деаэр}}$ , составит:

- в год:  $280 \text{ м}^3$ ;

- в месяц:  $280/12 = 23,3 \text{ м}^3$ ;

- в сутки:  $23,3 / 30 = 0,8 \text{ м}^3$ .

Отведение сточных вод в процессе работы деаэратора не осуществляется,  $S_{\text{деаэр}} = 0 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Безвозвратные потери воды  $B_{\text{деаэр}} = W_{\text{деаэр}} = 280 \text{ м}^3$ .

### Определение расхода воды на подпитку тепловой сети

Расход воды на подпитку тепловой сети  $W_m$  рассчитывается по формуле:

$$W_m = Q_{\text{о.в.}} \times 50 \times 0,0075, \text{ м}^3/\text{год}$$

где  $Q_{\text{о.в.}}$  – расход тепла на отопление и вентиляцию,  $Q_{\text{о.в.}} = 1383,5 \text{ Гкал}$ ;

50 – количество воды в тепловых сетях на 1 Гкал, т/Гкал;

0,0075 – коэффициент потерь воды в теплосетях.

Таким образом, расход воды на подпитку сетей  $W_m$  составит:

- в год:  $518,8 \text{ м}^3$ ;

- в месяц:  $518,8/6 = 86,47 \text{ м}^3$ ;

- в сутки:  $86,47 / 30 = 2,9 \text{ м}^3$ .

Отведение сточных вод не осуществляется,  $S_r = 0 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Безвозвратные потери воды  $B_m = W_m = 518,8 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### Определение расхода воды на нужды водоподготовки

Общее количество воды на нужды водоподготовки  $W_{\text{вод}}$  определяется по формуле:

$$W_{\text{вод}} = V_{\text{ф}} \times m, \text{ м}^3/\text{год}$$

где  $V_{\text{ф}}$  – количество воды, требуемой для промывки фильтров,  $V_{\text{ф}} = 14 \text{ м}^3$  (в соответствии с паспортными данными на оборудование);

$m$  – количество процессов взрыхления и регенераций для фильтров,  $m = 132$  (в соответствии с паспортными данными на оборудование).

Расход воды на нужды водоподготовки  $W_{\text{вод}}$  составит:

- в год:  $1848 \text{ м}^3$ ;

- в месяц:  $1848 / 12 = 154 \text{ м}^3$ ;

- в сутки:  $154 / 11 = 14 \text{ м}^3$ .

Сточная вода, образующиеся после регенерации фильтров  $S_{\text{вод}}$ , в полном объеме отводится в сети канализации,  $S_{\text{вод}} = W_{\text{вод}} = 1848 \text{ м}^3/\text{год}$ .

## 2.2. Расход воды на нужды лабораторий

В соответствии с приложением А СНБ 4.01.01-03 норма расхода воды на 1 работающего в сутки для лаборатории химического профиля составляет 460 л/сут., для лаборатории биологического профиля - 310 л/сут.

Объемы водопотребления на нужды лабораторий приведены в таблице 2.1.

**Таблица 2.1** - Объемы водопотребления на нужды лабораторий

Наименование подразделения лаборатории	Количество работающих, чел/сут	Норма водопотребления, л/сут	Объем водопотребления, м <sup>3</sup>		
			в сутки	в месяц	в год
Биологического контроля	1	310	0,31	7	84
Химического контроля	5	460	2,3	51	612
<b>ВСЕГО:</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2,61</b>	<b>58</b>	<b>696</b>

## 3. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды $W_{\delta/i}$

### 3.1 Расчет расхода воды на питьевые нужды

Расход воды на питьевые нужды  $W_{пит}$  определяется по формуле:

$$W_{пит} = q \times N \times n, \text{ м}^3$$

где,  $q$  – норма расхода воды на одного работника (25 литров для рабочих и 12 литров для инженерно-технических работников) в смену;

$N$  – количество работников (рабочих 116 чел., ИТР 31чел.);

$n$  – количество смен за анализируемый период (для рабочих – 365, для ИТР – 260).

Расход воды на питьевые нужды  $W_{пит}$  составит:

- в год: 1155,6 м<sup>3</sup>;

- сутки: 96,3 м<sup>3</sup>;

- сутки: 3,2 м<sup>3</sup>.

Объем сброса сточных вод  $S_{пит} = W_{пит} = 1155,6 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### 3.2 Расчет расхода воды на душевые нужды

Расход воды на душевые нужды  $W_{душ}$  определяется по формуле:

$$W_{душ} = 0,5 \times N \times n, \text{ м}^3$$

где, 0,5 – норма расхода воды на одну душевую сетку м<sup>3</sup>/смену;

$N$  – количество душевых сеток, 6 шт;

$n$  – количество смен за анализируемый период, 365 смен.

Расход воды на душевые нужды  $W_{душ}$  составит:

- в год: 1095 м<sup>3</sup>;

- в месяц: 91 м<sup>3</sup>;

- сутки: 3,0 м<sup>3</sup>.

Объем сточных вод, образующихся после удовлетворения душевых нужд  $S_{душ} = W_{душ} = 1095 \text{ м}^3/\text{год}$ .

### 3.3 Расчет расхода воды на полив зеленых насаждений

В летнее время на предприятии осуществляется полив зелёных насаждений с периодичностью один раз в неделю.

Расход воды на полив зелёных насаждений  $W_{полив}$  определяется по формуле:

$$W_{\text{полив}} = W_{\text{мер}} \times S \times n, \text{ м}^3,$$

где,  $W_{\text{мер}}$  – норма расхода воды на  $1\text{ м}^2$  территории,  $W_{\text{мер}} = 5\text{ л/м}^2$  (в соответствии с СНБ 4.01.01-03);

$S$  – площадь полива территории,  $S = 2000\text{ м}^2$ ;

$n$  – количество поливок за анализируемый период,  $n = 12$  поливок.

Расход воды на полив зелёных насаждений  $W_{\text{полив}}$  составит:

- год:  $120\text{ м}^3$ ;

- месяц:  $10\text{ м}^3$ ;

- сутки:  $0,4\text{ м}^3$ .

Безвозвратные потери  $B_{\text{полив}} = W_{\text{полив}} = 120\text{ м}^3/\text{год}$ .

#### 4. Расчет индивидуальных технологических нормативов водопользования

Расчет индивидуальных технологических нормативов водопользования производится по формулам:

$$N_i^e = \frac{W_{\text{нpi}}}{P_i}; \quad N_i^{\tilde{n}} = \frac{S_{i\delta i}}{P_i}$$

Таким образом, при фактическом объеме производства  $1087,79$  тыс. дал водок и  $117,381$  тыс. дал ликероводочных изделий, удельный показатель водопотребления и водоотведения составит:

для производства водок:

$$N_1^e = \frac{W_{\text{нpi}}}{P_i} = \frac{58946}{1087,79} = 54,2\text{ м}^3 \text{ на } 1000 \text{ дал водок};$$

$$N_1^{\tilde{n}} = \frac{S_{i\delta i}}{P_i} = \frac{41353}{1087,79} = 38\text{ м}^3 \text{ на } 1000 \text{ дал водок}.$$

для производства ликероводочных изделий:

$$N_1^e = \frac{W_{\text{нpi}}}{P_i} = \frac{809,8}{117,381} = 6,9\text{ м}^3 \text{ на } 1000 \text{ дал ликероводочных изделий};$$

$$N_1^{\tilde{n}} = \frac{S_{i\delta i}}{P_i} = \frac{148,8}{117,381} = 1,27\text{ м}^3 \text{ на } 1000 \text{ дал ликероводочных изделий}.$$

Расход воды на нужды, не зависящие от производства продукции, но обусловленные производственным процессом, составят ( $W_0$ ):

водопотребление –  $13167\text{ м}^3/\text{год}$ ;

водоотведение –  $3667,8\text{ м}^3/\text{год}$ .

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды составит:

водопотребление –  $2370,6\text{ м}^3/\text{год}$ ;

водоотведение –  $2250,6\text{ м}^3/\text{год}$ .

На основании проведенных расчетов составлен баланс водопотребления и водоотведения (табл. 4.1), а также схема водоснабжения и канализации предприятия, на которой отражаются:

- баланс водопотребления и водоотведения;
- места добычи (изъятия), получения (передачи) вод и отведения сточных вод;

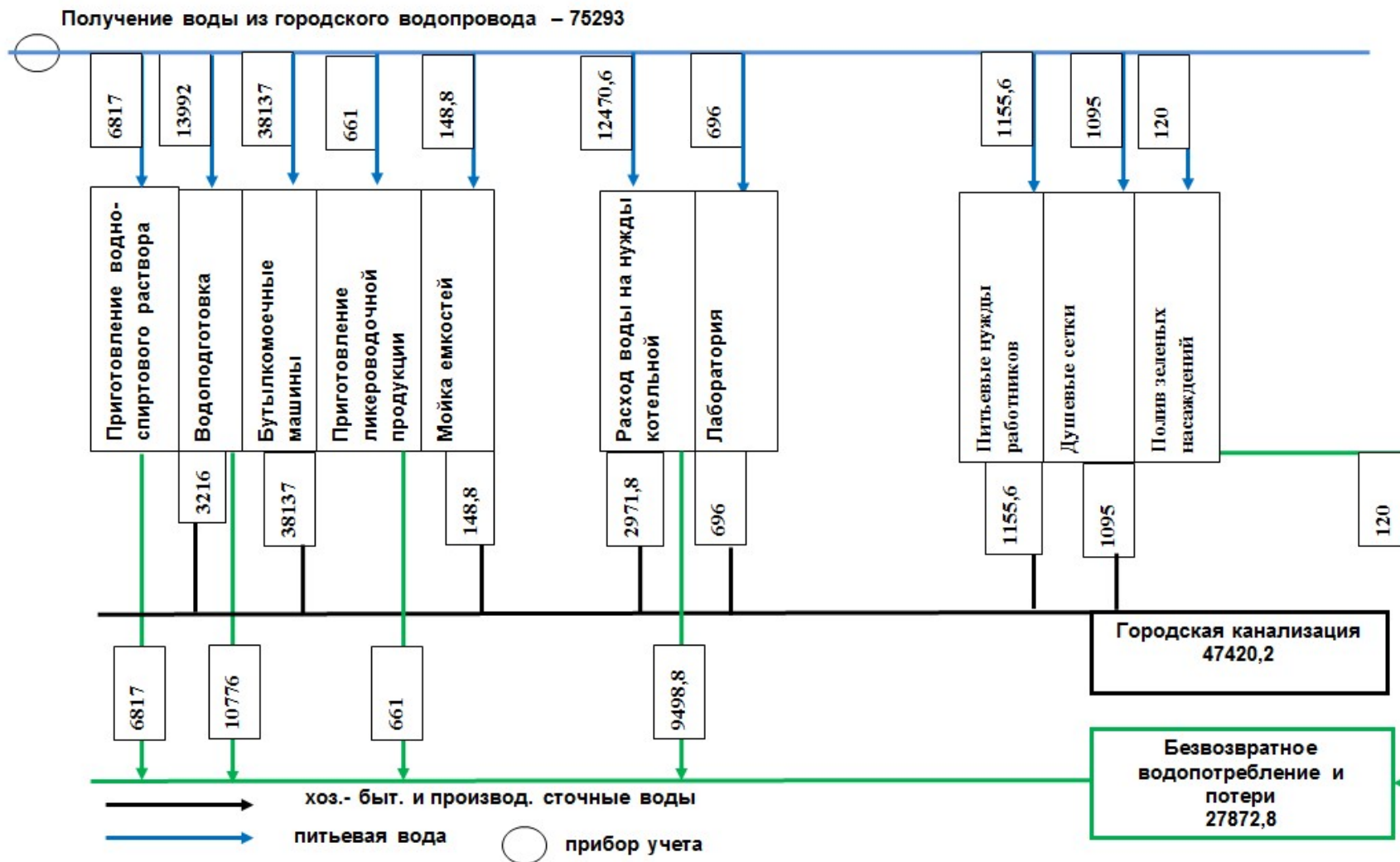
- места установки средств измерений.

**ТКП 17.02-13/1-2015**

Таблица 4.1 - Баланс водопотребления и водоотведения

№ п/п	Наименование расходов воды	Водопотребление			Водоотведение			Безвозвратное водопотребление		
		м³/сутки	м³/месяц	м³/год	м³/сутки	м³/месяц	м³/год	м³/сутки	м³/месяц	м³/год
<b>производственные нужды</b>										
<b>Производство водок:</b>		<b>216,5</b>	<b>4912,0</b>	<b>58946,0</b>	<b>156,7</b>	<b>3446,0</b>	<b>41353,0</b>	<b>59,8</b>	<b>1466,0</b>	<b>17593,0</b>
1	Приготовление водно-спиртового раствора	19,0	568,0	6817,0	-	-	-	19,0	568,0	6817,0
2	Водоподготовка	53,0	1166,0	13992,0	12,2	268,0	3216,0	40,8	898,0	10776,0
3	Бутылкомоечные машины	144,5	3178,0	38137,0	144,5	3178,0	38137,0	-	-	-
<b>Производство ЛВИ:</b>		<b>2,5</b>	<b>67,5</b>	<b>809,8</b>	<b>0,6</b>	<b>12,4</b>	<b>148,8</b>	<b>1,9</b>	<b>55,1</b>	<b>661,0</b>
4	Приготовление ЛВИ	1,9	55,1	661,0	-	-	-	1,9	55,1	661,0
5	Мойка технологического оборудования	0,6	12,4	148,8	0,6	12,4	148,8	-	-	-
<b>Итого:</b>		<b>219,0</b>	<b>4979,5</b>	<b>59755,8</b>	<b>157,3</b>	<b>3458,4</b>	<b>41501,8</b>	<b>61,7</b>	<b>1521,1</b>	<b>18254,0</b>
<b>нужды, не зависящие от производства продукции, но обусловленные производственным процессом</b>										
<b>Нужды котельной:</b>		<b>45,0</b>	<b>1082,4</b>	<b>12470,6</b>	<b>17,1</b>	<b>247,7</b>	<b>2971,8</b>	<b>27,9</b>	<b>834,8</b>	<b>9498,8</b>
1	Подпитка котла	24,2	725,0	8700,0	-	-	-	24,2	725,0	8700,0
2	Продувка котла	3,1	93,65	1123,8	3,1	93,7	1123,8	-	-	-
3	Работа деаэратора	0,8	23,3	280,0	-	-	-	0,8	23,3	280,0
4	Подпитка теплосети	2,9	86,5	518,8	-	-	-	2,9	86,47	518,8
5	Водоподготовка	14,0	154,0	1848,0	14,0	154,0	1848,0	-	-	-
<b>Нужды лаборатории</b>		<b>2,6</b>	<b>58,0</b>	<b>696,0</b>	<b>2,6</b>	<b>58,0</b>	<b>696,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Итого:</b>		<b>47,6</b>	<b>1140,4</b>	<b>13166,6</b>	<b>19,7</b>	<b>305,7</b>	<b>3667,8</b>	<b>27,9</b>	<b>834,8</b>	<b>9498,8</b>
<b>хозяйственно-питьевые нужды</b>										
1	Питьевые нужды работников	3,2	96,3	1155,6	3,2	96,3	1155,6	-	-	-
2	Душевые нужды	3,0	91,0	1095,0	3,0	91,0	1095,0	-	-	-
3	Полив зеленых насаждений	0,4	10,0	120,0	-	-	-	0,4	10,0	120,0
<b>Итого:</b>		<b>6,6</b>	<b>197,3</b>	<b>2370,6</b>	<b>6,2</b>	<b>187,3</b>	<b>2250,6</b>	<b>0,4</b>	<b>10,0</b>	<b>120,0</b>
<b>ВСЕГО водопользование:</b>		<b>273,2</b>	<b>6317,2</b>	<b>75293,0</b>	<b>183,2</b>	<b>3951,4</b>	<b>47420,2</b>	<b>90,0</b>	<b>2365,9</b>	<b>27872,8</b>

Схема водоснабжения и канализации предприятия (куб.метров/год)





**Приложение Е**  
(информационное)

**Пример расчета технологических нормативов водопользования  
отчетно-статистическим методом**

Расчет технологических нормативов водопользования отчетно-статистическим методом включает:

формирование исходных данных в помесечном разрезе;

преобразование системы уравнения с  $n$  - видами продукции к системам уравнения с одним видом продукции и формирование соответствующих  $n$ -матриц.

Предприятие выпускает 3 вида продукции –  $P_1$  (производство строительного кирпича),  $P_2$  (блоки из ячеистого бетона) и  $P_3$  (плиты из минеральной ваты). В таблице 1 приведены исходные данные для расчета технологических нормативов водопользования.

Таблица 1 - Исходные данные для расчета технологических нормативов водопользования

$i$	Месяц	Год	$P_{i1}$	$P_{i2}$	$P_{i3}$	$W_{sum\_i}$	$W_{тех\_i}$	$W_{хн\_i}$	$S_{sum\_i}$	$S_{тех\_i}$	$S_{хн\_i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2012	4003	12450	96674	15120	9790	5330	6702	2940	3762
2	2	2012	5558	15100	97411	17006	15400	1606	7827	6632	1195
3	3	2012	6011	31050	109009	18162	16730	1432	6083	5020	1063
....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	12	2014	3380	16800	98506	18500	15940	2560	6704	4782	1922

где

$P_{i1}$  - объем производства первого вида продукции за  $i$ -й месяц, ед./мес;

$P_{i2}$  - объем производства второго вида продукции за  $i$ -й месяц, ед./мес;

$P_{i3}$  - объем производства третьего вида продукции за  $i$ -й месяц, ед./мес;

$W_{sum\_i}$ ,  $W_{тех\_i}$ ,  $W_{хн\_i}$  – объем водопотребления (соответственно общий, на технологические и хозяйственно-питьевые нужды) за  $i$ -й месяц, м<sup>3</sup>/мес;

$S_{sum\_i}$ ,  $S_{тех\_i}$ ,  $S_{хн\_i}$  – объем водоотведения (соответственно общий, на технологические и хозяйственно-питьевые нужды) за  $i$ -й месяц, м<sup>3</sup>/мес.

Формируется матрица (таблица) исходных данных для расчета технологических нормативов водопотребления:

$$\begin{bmatrix}
 P_{11} & P_{12} & P_{13} & W_{тех\_1} \\
 P_{21} & P_{22} & P_{23} & W_{тех\_2} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 P_{36,1} & P_{36,2} & P_{36,3} & W_{тех\_36}
 \end{bmatrix} \tag{1}$$

которая заносится в любую электронную таблицу (например, Excel) персонального компьютера.



(2)

## 2.2. Определение наличия факторов, влияющих на водопотребление

Согласно отчетно-статистическому методу фактические данные по водопотреблению представляются в виде двух частей: базовой (нормативной) и дополнительной обусловленной внутренними и внешними факторами воздействия на водопотребление.

Теоретически это для 3-х видов продукции ( $P_1, P_2, P_3$ ) выражается за  $i$ -й месяц ( $i=1,2,\dots,n$ ) равенством:

$$W_{\text{тех-}i} = W_{\text{тех-баз-}i} + \Delta W_i \quad (3)$$

где  $W_{\text{тех-баз-}i} = A_{1\text{-баз}} \cdot P_{i1} + A_{2\text{-баз}} \cdot P_{i2} + A_{3\text{-баз}} \cdot P_{i3}$ ;

$\Delta W_i$  – дополнительные объемы воды в совокупности обусловленные влиянием на водопотребление внешних и внутренних факторов, имеющих зачастую случайный характер;

$A_{1\text{-баз}}, A_{2\text{-баз}}, A_{3\text{-баз}}$  – базовые нормативы, определяемые теоретически для условий отсутствия факторов воздействия на водопотребление.

Поскольку  $\Delta W_i$  носит характер случайных величин, то значение  $\Delta W_i$  можно получить с определенной степенью приближения. Такое приближение для  $\Delta W_i$  в дальнейших расчетах обозначается символом Sum-di. Задача нормирования сводится к определению значений Sum-di наиболее приближающихся к  $\Delta W_i$ .

С помощью метода наименьших квадратов (МНК) рассчитываются коэффициенты множественных регрессий, определяемые уравнением по формуле:

$$W_{\text{тех-}i} = W_0 + \beta_1 P_{i1} + \beta_2 P_{i2} + \beta_3 P_{i3} + U'_i \quad (4)$$

где  $W_0$  – месячный объем воды, не зависящий от производства продукции  $P_{ij}$ ;  
 $\beta_1, \dots, \beta_3$  – коэффициенты регрессии;

$U'_i$  – регрессионные остатки ( $\sum_{i=1}^m U'_i = 0$ ).

На основе матрицы исходных данных (2) и МНК вычислены коэффициенты регрессии:

$W_0 = -8127$ ;  $\beta_1 = 0,9683$   $\beta_2 = 0,05349$ ;  $\beta_3 = 0,1992$ ,  
 коэффициент корреляции  $R = 0,68$ .

Параметр  $\alpha$ , определяемый по формуле:

$$\alpha = S \left( \sum_{i=1}^m U'_i / (W_0 + \beta_1 P_{i1} + \beta_2 P_{i2} + \dots + \beta_n P_{in}) \right),$$

(5)

где  $S$  – стандартное отклонение (см. выражение в скобках, определяется по стандартной программе в Excel);

$$\alpha = S \left( \sum_{i=1}^m U'_i / (-8127 + 0,9683 \cdot P_{i1} + 0,05349 \cdot P_{i2} + 0,1992 \cdot P_{i3}) \right) = 0,17,$$

т.е.  $\alpha = 0,17 > 0,05$ .

В случае, если  $\alpha > 0,05$ , можно сделать вывод, что на водопотребление на производстве оказывают влияние дополнительные факторы, которыми могут быть, например: метеоусловия (сезонность), неравномерность производства продукции, точность учета водопотребления, качество сырья, качество забираемой из водоисточника воды, наличие перерасходов.



Соответственно, для наибольших значений  $P_{i2}$ :

(10)

Соответственно, для наибольших значений  $P_{i3}$ :

(11)

Количество решений для каждой матрицы из 7 уравнений для трех неизвестных равно числу сочетаний:

$$\frac{7}{3} = \frac{7 \cdot 6 \cdot 5}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 35.$$

Если пронумеровать строки матриц сверху вниз от 1 до 7, то выбор для решения конкретных уравнений определяется по следующей схеме формирования систем уравнений для 3-х неизвестных:

123	136	167	247	257
124	137	234	256	267
125	145	235	257	457
126	146	236	267	456
127	147	237	345	457
134	156	245	346	467
135	157	<u>246</u>	347	567

Для каждой матрицы (9), (10), (11) отбираются первые 21 сочетание на схеме (от 123 до 246 – отмечены на схеме чертой) и решаются в общем случае, когда количество продукции более четырех видов, методом Гаусса [4], а в данном случае для трех видов продукции производится по правилу Крамера [4] с использованием определителей.

Так из матрицы 9 и сочетания 123, система алгебраических уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} A_1 \cdot 8531 + A_2 \cdot 34500 + A_3 \cdot 114000 &= 23400 \\ A_1 \cdot 8521 + A_2 \cdot 34900 + A_3 \cdot 115000 &= 25650 \\ A_1 \cdot 8510 + A_2 \cdot 34600 + A_3 \cdot 114000 &= 24780 \end{aligned} \tag{12}$$

Нахождение неизвестных  $A_j$  ( $j=1,2,3$ ) производится по правилу Крамера с использованием в Excel вычислительной функции МОПРЕД, для нахождения определителей  $D_1$  и  $D$ .

$$D_1 = \begin{vmatrix} 23400 & 34500 & 114000 \\ 25650 & 34900 & 115000 \\ 24780 & 34600 & 114000 \end{vmatrix}$$

## ТКП 17.02-13/1-2015

$$D = \begin{vmatrix} 8531 & 34500 & 114000 \\ 8521 & 34900 & 115000 \\ 8510 & 34600 & 114000 \end{vmatrix}$$

$$\text{Тогда } A_1 = \frac{\dot{A}_1}{\dot{A}} = \frac{7992 \cdot 10^6}{-734 \cdot 10^6} = -10,89$$

Аналогично вычисляют  $A_2 = 11,51$  и  $A_3 = -2,46$ .

Поскольку в решениях имеются отрицательные значения  $A_2$  и  $A_3$ , то приведение к положительным значениям  $A_1, A_2, A_3$  осуществляется с помощью коэффициента  $K$  и определяется по формуле:

$$K = \frac{A_1 \cdot \overline{P}_1 + A_2 \cdot \overline{P}_2 + A_3 \cdot \overline{P}_3}{\text{abs}(A_1) \cdot \overline{P}_1 + \text{abs}(A_2) \cdot \overline{P}_2 + \text{abs}(A_3) \cdot \overline{P}_3}, \quad (13)$$

где  $\text{abs}(A_j)$  – абсолютное значение  $A_j$  ( $j=1,2,3$ );

$\overline{P}_1$  – среднее арифметическое значение цифр в системе (12) по первому столбцу;

$\overline{P}_2$  и  $\overline{P}_3$  – среднее арифметическое значение цифр в системе (12) по второму и третьему столбцу.

$$\overline{P}_1 = 8521; \quad \overline{P}_2 = 34670; \quad \overline{P}_3 = 114400$$

Тогда в цифровом виде:

$$K = \frac{-10,89 \cdot 8521 + 11,51 \cdot 34670 - 2,46 \cdot 114400}{10,89 \cdot 8521 + 11,51 \cdot 34670 + 2,46 \cdot 114400} = 0,0321.$$

Тогда положительное решение определяется по формуле:

$$A_1^+ = \text{abs}(A_1) \cdot K = 10,89 \cdot 0,0321 = 0,35;$$

$$A_2^+ = \text{abs}(A_2) \cdot K = 11,51 \cdot 0,0321 = 0,366;$$

$$A_3^+ = \text{abs}(A_3) \cdot K = 2,46 \cdot 0,0321 = 0,08.$$

В таблице 2, 3, 4 представлены окончательные результаты решений для 21 сочетания уравнений для матриц (9), (10), (11), соответственно.

Таблица 2 - Результаты решения систем алгебраических уравнений для трех неизвестных для матрицы (9)

i	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
1	2	3	4
1	0,350	0,366	0,080
2	0,338	0,356	0,076
3	0,082	0,377	0,104
.....	.....	.....	.....
21	0,606	0,180	0,120

Таблица 3 - Результаты решения систем алгебраических уравнений для трех неизвестных для матрицы (10)

i	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
1	2	3	4
1	0,053	0,339	0,108
2	0,007	0,336	0,104
3	0,196	0,344	0,085
.....	.....	.....	.....
21	0,073	0,350	0,107

Таблица 4 - Результаты решения систем алгебраических уравнений для трех неизвестных для матрицы (11)

i	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
1	2	3	4
1	2,313	0,061	0,058
2	0,694	0,285	0,078
3	1,091	0,336	0,055
.....	.....	.....	.....
21	0,774	0,282	0,075

В таблице 5 приведены результаты осреднения A<sub>j</sub> (j = 1, 2, 3).

В качестве осреднения принято среднегармоническое по столбцам таблиц, как наиболее подходящее для составных чисел A<sub>j</sub> (имеющих составную размерность из числителя и знаменателя).

Среднегармоническое значение A<sub>ij</sub> (j = 1, 2, 3) определяется по формуле:

$$\text{Ср. гарм. } A_{ij} = \frac{21}{\sum_{i=1}^{21} \frac{1}{A_{ij}}}.$$

Так для первого столбца таблицы 2 среднегармоническое значение A<sub>ij</sub> равно:

$$\text{Ср. гарм. } A_{ij} = \frac{21}{\frac{1}{0,35} + \frac{1}{0,338} + \frac{1}{0,082} + \dots + \frac{1}{0,2} + \frac{1}{0,606}} = 0,31.$$

$$\text{Ср. гарм. } A_{ij} = \frac{21}{\frac{1}{0,366} + \frac{1}{0,356} + \frac{1}{0,377} + \dots + \frac{1}{0,37} + \frac{1}{0,18}} = 0,216.$$

$$\text{Ср. гарм. } A_{ij} = \frac{21}{\frac{1}{0,08} + \frac{1}{0,076} + \frac{1}{0,104} + \dots + \frac{1}{0,095} + \frac{1}{0,12}} = 0,029.$$

Аналогично вычисляются среднегармонические значения A<sub>ij</sub> в таблицах 3 и 4. Результаты расчетов сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Среднегармонические значения A<sub>ij</sub>

№ п/п	Матрица	$\overline{A_1}$	$\overline{A_2}$	$\overline{A_3}$
-------	---------	------------------	------------------	------------------

## ТКП 17.02-13/1-2015

1	$B_1$	<b>0,310</b>	0,216	0,029
2	$B_2$	0,045	<b>0,257</b>	0,03
3	$B_3$	0,326	0,176	<b>0,043</b>

Окончательный выбор значения  $\overline{A_j}$  производится по главной диагонали, которые являются наиболее точными. В данном случае:

$$A_1 = 0,31; A_2 = 0,257; A_3 = 0,043.$$

Тогда  $Sum\_d_i$  для  $i$ -го месяца определяется по Формуле:

$$Sum\_d_i = W_{тех\_i} - (A_1 \cdot P_{i1} + A_2 \cdot P_{i2} + A_3 \cdot P_{i3}).$$

Если для некоторых значений  $i$  окажется, что  $Sum\_d_i < 0$ , то формула будет иметь вид:

$$Sum\_d_i = W_{тех\_i} - (A_1 \cdot P_{i1} + A_2 \cdot P_{i2} + A_3 \cdot P_{i3}) + p,$$

$$\text{Где } p = \max [\text{abs}(Sum\_d_i < 0)]/$$

В цифровом виде  $Sum\_d_i$  определяется по формуле:

$$Sum\_d_i = W_{тех\_i} - (0,31 \cdot P_{i1} + 0,257 \cdot P_{i2} + 0,043 \cdot P_{i3}).$$

Результаты расчета представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Количественная оценка  $Sum\_d_i$

$i$	$P_{i1}$	$P_{i2}$	$P_{i3}$	$W_{тех\_i}$	$Sum\_d_i$
1	2	3	4	5	7
1	4003	12450	96660	9793	1
2	5558	15100	97410	15400	4407
3	6011	31050	109000	16730	986
.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	3380	16800	98500	15940	5137

Система после определения  $Sum\_d_i$  (таблица 6) в цифровом виде имеет вид:

$$A_1 \cdot 4003 + A_2 \cdot 12450 + A_3 \cdot 96600 = 9793 - 1$$

$$A_1 \cdot 5558 + A_2 \cdot 15100 + A_3 \cdot 97410 = 15400 - 4407$$

$$\dots\dots\dots$$

$$A_1 \cdot 3380 + A_2 \cdot 16800 + A_3 \cdot 98500 = 15940 - 5137$$

(14)

### 2.4 Преобразование систем уравнений с тремя видами продукции к системам с одним видом продукции

Преобразование системы (6) с тремя неизвестными к системе уравнений с одним неизвестным (заранее заданным) осуществляется с помощью метода Гаусса [4] с выбором главного элемента применительно к прямоугольным матрицам (столбцы 2, 3, 4 таблицы 5).

Среди значений  $P_{i1}$ ,  $P_{i2}$ ,  $P_{i3}$  выбирается наибольшее по модулю значение, называемое главным элементом.

Так, согласно таблицы 7 главным элементом является элемент (число) 118000, находящееся в столбце 2 и в строке с номером 27. Строка 27 называется главной строкой. Эту строку переставляют местами в таблице 7 с первой строкой, а затем 4 столбец с 1 столбцом.

Тогда таблица 6 преобразуется в таблицу 7.

Таблица 7 – Выбор главного элемента и строки

i	P <sub>i1</sub>	P <sub>i2</sub>	P <sub>i3</sub>	W <sub>тех_i</sub>	Sum_di
1	2	3	4	5	6
<b>27</b>	<b>118000</b>	<b>33100</b>	<b>6604</b>	<b>22420</b>	<b>5599</b>
2	97410	15100	5558	15400	4407
3	109000	31050	6011	16730	986
.....	.....	.....	.....	.....	.....
26	104000	16400	5002	18370	6948
1	96660	12450	4003	9793	1
28	105000	33200	7178	23800	7296
.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	98500	16800	3380	15940	5137

Задача состоит в выполнении арифметических вычислений, которые приведут к нулевым значениям в графе 2 таблицы 7. Для этого все элементы главной строки, делятся на значение главного элемента 118000:

$$\frac{33100}{118000} = 0,2805; \quad \frac{6604}{118000} = 0,056; \quad \frac{22420}{118000} = 0,19; \quad \frac{5599}{118000} = 0,0475.$$

Тогда главная строка таблицы 7 преобразуются к виду:

$$27 \quad 1 \quad 0,2805 \quad 0,056 \quad 0,19 \quad 0,0475.$$

Далее все элементы этой строки следует умножать на элемент второй строки второго столбца таблицы 7 (97410).

$$1 \cdot 97410 = 97410; \quad 0,2805 \cdot 97410 = 27320; \quad 0,056 \cdot 97410 = 5452; \\ 0,19 \cdot 97410 = 18510; \quad 0,0475 \cdot 97410 = 4627.$$

Тогда главная строка таблицы 7 преобразуется к виду:

$$27 \quad 97410 \quad 27320 \quad 5452 \quad 18510 \quad 4627.$$

Если произвести вычитание этих элементов из соответствующих элементов второй строки:

$$2 \quad 97410 \quad 15100 \quad 5558 \quad 15400 \quad 4407$$

то вторая строка преобразуется к виду:

$$2 \quad 0 \quad -12220 \quad 106 \quad -3106 \quad -220.$$

Если продолжить эту процедуру, умножая главную строку:

$$27 \quad 1 \quad 0,2805 \quad 0,056 \quad 0,19 \quad 0,0475,$$



## ТКП 17.02-13/1-2015

последовательно на элементы 3-й, 4-й, ....36-й строки 2 столбца таблицы 7 с последующим вычитанием элементов, как показано выше, таблица 7 преобразуется в таблицу 8, с отбрасыванием первой строки, бывшей главной строкой.

Таблица 8 – Результаты преобразования элементов системы уравнений к двум видам продукции.

i	P <sub>i3</sub>	P <sub>i2</sub>	P <sub>i1</sub>	W* <sub>тех_i</sub>	Sum_di*
1	0	-12220	106	-3106	-220
2	0	478	-90	-3978	-4191
3	0	1370	1147	-2728	-3605
.....	.....	.....	.....	.....	.....
24	0	-15460	-763	-2648	1431
25	0	-12770	-819	-1388	2009
.....	.....	.....	.....	.....	.....
35	0	-10830	-2133	-2772	459

По аналогии с предыдущим, выделяем главную строку в таблице 8 по наибольшему значению из P<sub>i1</sub>, P<sub>i2</sub>. Для таблицы 7 главным элементом является элемент (число) -15460, находящейся в строке 24 и столбце 3. Повторяя все процедуры вычисления над элементами таблицы 8, аналогично вышеприведенным процедурам для таблицы 7, получим обнуление элементов в 3-м столбце таблицы 8.

В результате таблица 8 преобразуется в таблицу 9 с одним видом продукции P\*<sub>i1</sub>.  
Таблица 9 – Результаты преобразования элементов системы уравнений к одному виду продукции

i	P <sub>1</sub> *	W* <sub>тех_i</sub>	Sum_di*
1	2	3	4
1	-113,1	-4060	-4147
2	1079	-2963	-3478
3	1086	1149	734,8
4	1751	-4073	-4737
5	1492	5453	4797
.....	.....	.....	.....
32	-1611	-2423	-1985
33	-2208	318,1	948,8
34	-1599	-916,9	-543,4

Для дальнейших расчетов принимается выборка для случая, когда P\*<sub>i1</sub> > 0, W\*<sub>тех\_i</sub> > 0, Sum\*<sub>di</sub> > 0. На основе этой выборки составляется таблица 10.

Таблица 10 - Исходные данные для расчета базового норматива для продукции P<sub>i1</sub>

i	P* <sub>i1</sub>	W* <sub>тех_i</sub>	$\frac{W^*_{\text{тех}_i}}{P_{i1}}$	Sum_di*	[3]-[5]	$\frac{[6]}{[2]}$	$\frac{[5]}{[2]}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1086	1149	1,058	734,8	414,3	0,3814	0.6765
2	1492	5453	3,655	4797	656	0,4397	3.215
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	2026	1309	0,6461	597,3	711,8	0,3513	0,2948

15	1955	3349	1,713	2670	679	0,3473	1,366
----	------	------	-------	------	-----	--------	-------

Таким образом, выполненные расчеты позволили преобразовать систему уравнений (3) с тремя видами продукции в систему (7) с одним видом продукции  $P_1$ .

$$A_1 \cdot P^*_{11} \leq W^*_{\text{тех}_1} - \text{Sum}^*_d1$$

$$A_1 \cdot P^*_{21} \leq W^*_{\text{тех}_2} - \text{Sum}^*_d2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$A_1 \cdot P^*_{p1} \leq W^*_{\text{тех}_p} - \text{Sum}^*_dp$$

(15)

Коэффициент  $A_1$  в (7) определяется по формуле:

$$A_1 = \frac{W^*_{\text{дэд}_i} - \text{Sum}^*_di}{P^*_{i1}}$$

(16)

Ниже вычислены 4 варианта (значений) норматива для определения базового норматива для  $P_1$ .

Поскольку  $\text{Sum}^*_di$  является мерой внешнего воздействия в определении норматива, то чем меньше по модулю  $\text{Sum}^*_di$  и больше по модулю  $P^*_{i1}$ , тем меньше ошибка в определении  $A_j$ .

Поэтому в качестве первого значения норматива принимается значение, вычисляемое по формуле:

$$A_{1(1)} = \frac{W^*_{\text{дэд}_i} - \text{Sum}^*_di}{P^*_{i1}}$$

(17)

соответствующее наименьшему по модулю значению  $\text{Sum}^*_di$  и наибольшему значению по  $P^*_{i1}$  из выборки.

Это соответствует в таблице (10) строке  $I=14$ , для которой  $\frac{\text{Sum}^*_di}{P_{ij}} = 0,2948$  принимает наименьшее значение (графа 8), а значение  $A_{1(1)}$  и соответствует в графе 7 значению:

$$A_{1(1)} = 0,3513.$$

Второе значение норматива определяется как среднеарифметическое по формуле:

$$A_{1(2)} = \text{ср. арифм.} \left( \frac{W^*_{\text{дэд}_i} - \text{Sum}^*_di}{P^*_{i1}} \right) = \text{ср.арифм.} = 0,391$$

(18)

$$A_{1(2)} = 0,391.$$

Третье значение норматива определяется, как среднее по медиане:

$$A_{1(3)} = \text{Me} \left( \frac{W^*_{\text{дэд}_i} - \text{Sum}^*_di}{P^*_{i1}} \right) = \text{Me} = 0,37$$

(19)

## ТКП 17.02-13/1-2015

$$A_{1(3)} = 0,37.$$

Четвертое значение норматива определяется по МНК между  $P_{i1}^*$  и  $W_{\text{тех}_i}^* - \text{Sum}_d^*$  по формуле:

$$W_{\text{тех}_i}^* = W_0^* + b \cdot P_{i1}^* = 73,83 + 0,3294 \cdot P_{i1}, \quad (20)$$

где  $A_{1(4)}$  принимается равным значению коэффициента  $b = 0,3294$ .  
 $A_{1(4)} = 0,3294$ .

Среднее значение из выборки  $A_{1(1)}, A_{j(2)}, A_{j(3)}, A_{j(4)}$ , определяемое по медиане, окончательно принимается за базовый норматив:

$$N_{1\_баз} = \text{Me}(A_{1(1)}, A_{1(2)}, A_{1(3)}, A_{1(4)}) = \text{Me}(0,3513, 0,391, 0,37, 0,3294) = 0,36 \quad (21)$$

$$N_{1\_баз} = 0,36.$$

Аналогично рассчитываются базовые нормативы для других видов  $P_2$  и  $P_3$ .

$$N_{2\_баз} = 0,25.$$

$$N_{3\_баз} = 0,06.$$

### 2.5 Расчет индивидуальных технологических нормативов водопотребления в месячном разрезе

Вышеприведенные базовые нормативы по водопотреблению были положены в основу расчета условной (средневзвешенной) продукции, определяемой по формуле:

$$P_{\text{usl}_i} = \frac{0,36 \cdot P_1 + 0,25 \cdot P_2 + 0,06 \cdot P_3}{0,36 + 0,25 + 0,06}. \quad (22)$$

После преобразования (22) получим формулу (23):

$$P_{\text{usl}_i} = 0,537 \cdot P_1 + 0,373 \cdot P_2 + 0,090 \cdot P_3. \quad (23)$$

При расчете нормативов водопотребления необходимо учитывать параметр неравномерности производства продукции  $G_i^*$ .

Параметр неравномерности производства продукции  $G_i^*$  за  $i$ -й месяц определяется по формуле:

$$G_i^* = \frac{P_{\text{usl\_max}}}{P_{\text{usl}_i}} - 1 = \frac{30000}{P_{\text{usl}_i}} - 1, \quad (24)$$

где 30 000 – максимальный месячный объем условной (средневзвешенной) продукции.

Удельное водопотребление  $K_{w_i}$  за  $i$ -й месяц определяется по формуле:

$$K_{w_i} = \frac{W_{\text{ддд}_i}}{P_{\text{usl}_i}}. \quad (25)$$

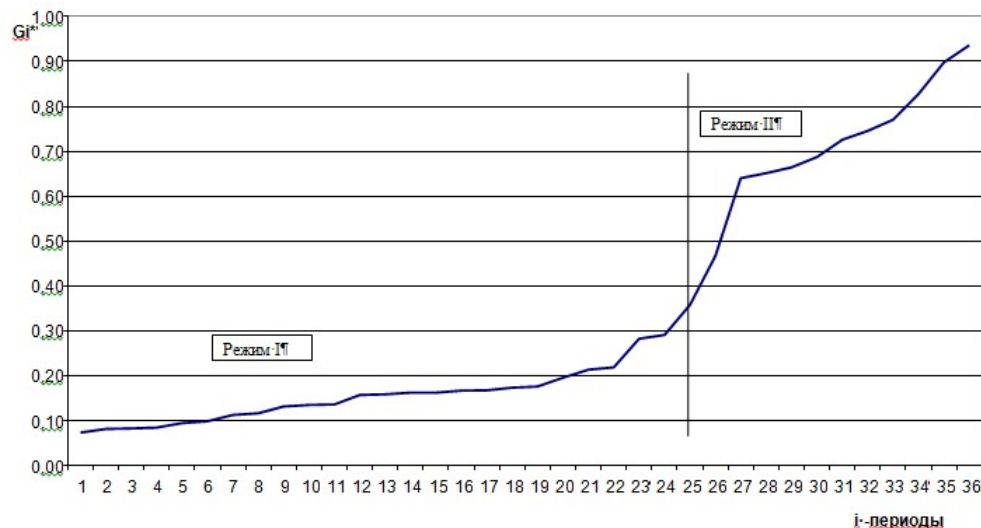
Вычисленные значения  $P_{\text{usl}_i}$ , параметр  $G_i^*$ , а также удельное водопотребление ( $K_{w_i}$ ) представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Исходные данные для расчета нормативов водопотребления, расставленные по параметру  $G_i^*$ 

i	Год	Месяц	$P_{i1}$	$P_{i2}$	$P_{i3}$	$P_{usl\_i}$	$W_{тех\_i}$	$K_{w\_i}$	$G_i^*$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2014	8	8521	34900	115025	27946	25655	0,92	0,07
2	2014	6	8510	34600	114053	27740	24785	0,89	0,08
3	2014	7	8531	34500	114028	27712	23401	0,84	0,08
....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
23	2014	11	4002	29800	112507	23390	21392	0,91	0,28
24	2012	10	6753	26020	110046	23236	23783	1,02	0,29
25	2013	4	7011	24480	102175	22092	24201	1,10	0,36
26	2013	11	5068	20510	112030	20454	17779	0,87	0,47
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	2012	1	4003	12450	96674	15494	9793	0,63	0,94

На основании данных таблицы 11 и рисунка 2 выделены 2 режима работы предприятия. Для каждого режима определяется параметр неравномерности продукции ( $G_i^*$ ), удельное водопотребление ( $K_{w\_i}$ ), и средневзвешенная (условная) продукция ( $P_{usl\_i}$ ).

- 1) режим при  $G_i^* < 0,36$ ;
- 2) режим при  $G_i^* \geq 0,36$ .

Рисунок 2 – График распределения ранжированных значений  $G_i^*$  в соответствии с выделенными режимами

Следует отметить, что внизу таблицы расположились зимние месяцы, а вверху – летние, весенние и осенние месяцы, т. е. на производство продукции влияет сезонность.

Статистическая связь между графами 9 и 11 таблиц 12, 13 определяется регрессионным уравнением, где коэффициенты  $n_{1j}$  и  $n_{2j}$ , определяемые по методу наименьших квадратов (МНК), отождествляются с нормативами водопотребления.

Формула представлена ниже:

$$K_{w\_ij} = (n_{1j} + n_{2j} \cdot G_{ij}^*), \quad (26)$$

## ТКП 17.02-13/1-2015

где  $i = 1, 2, \dots, 36$ ;  
 $j = 1, 2$  (режимы).

В результате расчетов получаем технологический норматив водопотребления на технологические нужды за  $i$ -й месяц для соответствующего режима ( $j$ ).

Формула расчета нормативного водопотребления за  $i$ -й месяц:

$$W_{\text{тех-норм-ij}} = (1 \pm \alpha) \cdot (n_{1j} \cdot P_{\text{usl}_j} + n_{2j} \cdot (P_{\text{usl\_max}} - P_{\text{usl}_{ij}})), \quad (27)$$

где  $n_{1j}$  – технологический норматив на единицу производства продукции для  $j$ -периода;

$n_{2j}$  – технологический норматив на единицу отклонения продукции от максимального значения для  $j$  – периода;

$(1 \pm \alpha)$  – коэффициент, в пределах которого водопотребление считается рациональным;

$P_{\text{usl\_max}}$  – максимальный объем средневзвешенной (условной) продукции для данного режима работы предприятия.

$P_{\text{usl}_{ij}}$  – объем средневзвешенной (условной) продукции для данного режима работы предприятия за  $i$ -й месяц.

### **1) Режим работы при $G_i^* < 0,36$**

В таблице 12 представлены данные для расчета нормативов для режима работы предприятия при  $G_i^* < 0,36$

Таблица 12 – Исходные данные для расчета нормативов водопотребления для режима работы предприятия при  $G_{i1}^* < 0,36$

$i$	Год	Месяц	$P_{i1}$	$P_{i2}$	$P_{i3}$	$W_{\text{тех}_i}$	$P_{\text{usl}_i}$	$K_{w_i}$	$G_i^*$	$G_i^*$ режим1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2014	8	8521	34900	115025	25655	27946	0,92	0,07	0,07
2	2014	6	8510	34600	114053	24785	27740	0,89	0,08	0,08
3	2014	7	8531	34500	114028	23401	27712	0,84	0,08	0,08
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
24	2012	10	6753	26020	110046	23783	23236	1,02	0,29	0,29

$$\sum_1^{24} P_{\text{usl}_i} = 487470 \quad \overline{K_{w_i}} = 0,88$$

Для данного режима предприятия при использовании информации таблицы 12 по МНК были получены следующие нормативы водопотребления:

### **Водопотребление:**

-	на единицу условной (средневзвешенной) продукции	<b>0,88 м<sup>3</sup></b>
-	на единицу отклонения условной (средневзвешенной) продукции от максимального значения для данного периода (30 000)	<b>0,02 м<sup>3</sup></b>

Формула расчета нормативного водопотребления на технологические нужды предприятия за  $i$ -й месяц через условную (средневзвешенную) продукцию:

$$W_{\text{тех\_норм}_i} = (1 \pm 0,07) \cdot (0,88 \cdot P_{\text{usl}_i} + 0,02 \cdot (30\,000 - P_{\text{usl}_i})).$$

**2) Режим работы при  $G_i^* \geq 0,36$**

В таблице 13 представлены данные для расчета нормативов водопотребления и водоотведения для режима работы предприятия при  $G_i^* \geq 0,36$

Таблица 13 – Исходные данные для расчета нормативов водопотребления для режима работы предприятия при  $G_{i2}^* \geq 0,36$

i	Год	Месяц	P <sub>i1</sub>	P <sub>i2</sub>	P <sub>i3</sub>	W <sub>тех_i</sub>	P <sub>usl_i</sub>	K <sub>w_i</sub>	G <sub>i</sub> *	G <sub>i</sub> * режим2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	2013	4	7011	24480	102175	24201	22092	1,10	0,36	0,09
26	2013	11	5068	20510	112030	17779	20454	0,87	0,47	0,17
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
36	2012	1	4003	12450	96674	9793	15494	0,63	0,94	0,55

$$\sum_{25}^{36} P_{usl_i} = 214043 \quad \overline{K_{w_i}} = 0,99$$

Для данного режима предприятия при использовании информации таблицы 13 по МНК были получены следующие нормативы водопотребления:

Водопотребление:

-	на единицу условной (средневзвешенной) продукции	<b>0,94 м<sup>3</sup></b>
-	на единицу отклонения условной (средневзвешенной) продукции от максимального значения для данного периода (24 000)	<b>0,14 м<sup>3</sup></b>

Формула расчета нормативного водопотребления на технологические нужды предприятия за i-й месяц через условную (средневзвешенную) продукцию:

$$W_{тех\_норм\_i} = (1 \pm \alpha) \cdot (0,94 \cdot P_{usl\_i} + 0,14 \cdot (24\ 000 - P_{usl\_i})).$$

Водоотведение рассчитывается аналогично.

**2.6 Расчет индивидуальных технологических нормативов водопотребления в годовом разрезе**

Технологические нормативы водопотребления в годовом разрезе N<sub>год</sub> рассчитываются на основе среднеарифметического значения K<sub>w,ij</sub> (для каждого режима в отдельности), а затем как средневзвешенное значение для всех режимов по продукции:

$$N_{год} = \frac{K_{w\_д\grave{a}в\grave{e}и\grave{1}} \cdot \sum P_{usl\_д\grave{a}в\grave{e}и\grave{1}} + K_{w\_д\grave{a}в\grave{e}и\grave{2}} \cdot \sum P_{usl\_д\grave{a}в\grave{e}и\grave{2}}}{\sum D_{usl}} \quad (28)$$

$$N_{год} = \frac{0,88 \cdot 487470 + 0,99 \cdot 214043}{487470 + 214043} = 0,92 \text{ м}^3/\text{усл.ед.} \quad (29)$$

Условная (средневзвешенная) продукция за год определяется по формуле:

$$P_{usl\_год} = 0,537 \cdot P_{1\_год} + 0,373 \cdot P_{2\_год} + 0,090 \cdot P_{3\_год} \quad (30)$$

Умножая полученное значение норматива водопотребления на коэффициенты условной продукции, согласно формулы (30), получим нормативы водопотребления для продукции в натуральном выражении:

$$N_{1\_год} = 0,92 \cdot 0,537 = 0,49 \text{ м}^3/\text{ед. продукции}$$

## ТКП 17.02-13/1-2015

$$N_{2\_год} = 0,92 \cdot 0,373 = 0,35 \text{ м}^3/\text{ед. продукции}$$

$$N_{3\_год} = 0,92 \cdot 0,09 = 0,08 \text{ м}^3/\text{ед. продукции.}$$

Формула расчета нормативного водопотребления на технологические нужды предприятия за год:

$$W_{\text{тех\_норм\_год}} = (1 \pm \alpha) \cdot (N_{1\_год} \cdot P_{1\_год} + N_{2\_год} \cdot P_{2\_год} + N_{3\_год} \cdot P_{3\_год}).$$

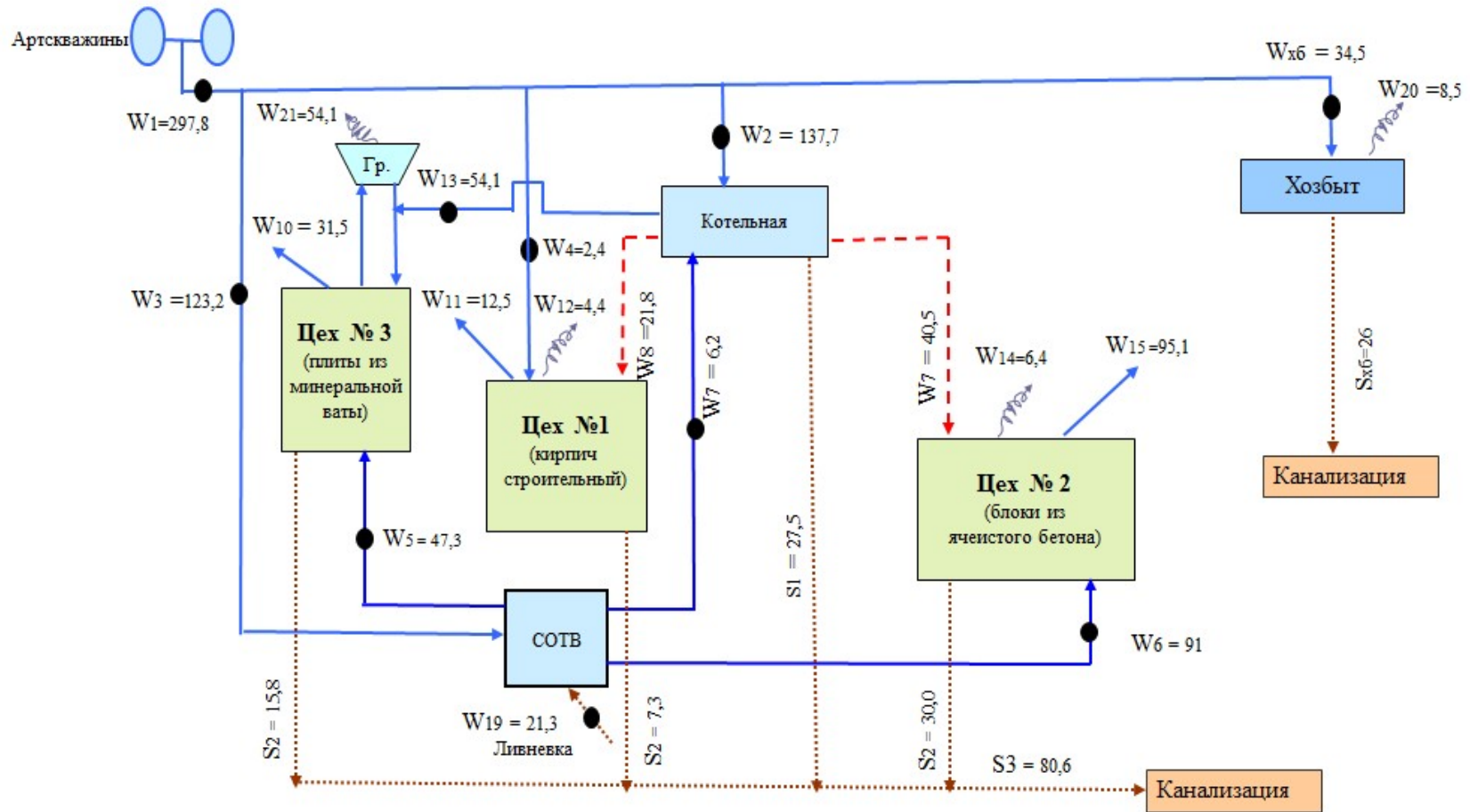
$$W_{\text{тех\_норм\_год}} = (1 \pm 0,05) \cdot (0,49 \cdot P_{1\_год} + 0,35 \cdot P_{2\_год} + 0,08 \cdot P_{3\_год}).$$

Водоотведение рассчитывается аналогично.

На основании проведенных расчетов составляется схема водоснабжения и канализации предприятия на которой отражаются:

- баланс водопотребления и водоотведения;
- места добычи (изъятия), получения (передачи) вод и отведения сточных вод;
- места установки средств измерений.

Схема водоснабжения и канализации предприятия (тыс. куб.метров/год)



Обозначения:

- - вода из скважин
- - - - пар
- ⋯ - сточные воды
- - приборы учета расхода воды
- ↗ - потери, безвозвратное водопотребление
- Гр.- градирня



### Библиография

- [1] Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г.
- [2] Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 4 мая 2015 года № 21 «О некоторых вопросах разработки технологических нормативов водопользования»
- [3] СНБ 4.01.01-03-2004 Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования.
- [4] Белько И.В., и Криштапович Е.А. Эконометрика. – Минск: изд-во Гревцова, 2011. - 224 с.
- [5] Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения, МДК 4-05.2004. Утверждена заместителем председателя Госстроя России 12.08.2003.