

**Лабораторная работа**  
**НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ.**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ**  
**ВОД ПЕРЕД ОТВЕДЕНИЕМ ИХ В ВОДОЕМ**

Цель работы: Ознакомиться с нормированием сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в поверхностные водоемы.

Задачи: 1) Изучить каким образом устанавливаются нормативы допустимых сбросов в поверхностные источники.

2) Определить влияние гидрологических характеристик водоема и его способности к самоочищению на величину норматива допустимого сброса.

### **1. Нормирование сбросов загрязняющих веществ в водные объекты**

Для каждого действующего или проектируемого объекта, являющегося источником загрязнения окружающей среды, устанавливаются нормативы допустимых сбросов в поверхностные водоемы. Для целей установления НДС водные объекты разделяются на следующие виды: рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой и культурно-бытовой.

Нормативы допустимых сбросов (НДС) – максимально допустимая масса загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект и допустимая концентрация загрязняющих веществ при установленном режиме водоотведения, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе.

Норматив допустимого сброса устанавливается для объектов, имеющих или проектирующих самостоятельные выпуски сточных вод в водные объекты. НДС рассчитывается как для интегральных показателей загрязненности воды (взвешенные вещества, БПК и др.), так и для индивидуальных соединений в г/ч и т/год.

В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ в составе отводимых сточных вод меньше расчетных допустимых концентраций, то нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из фактических концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых вод.

В случае, если фактические концентрации загрязняющих веществ превышают расчетные допустимые концентрации, то на период выполнения водопользователем мероприятий по снижению сброса Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды могут устанавливать временные нормативы допустимых сбросов с учетом поэтапного достижения нормативов допустимых сбросов.

При выпуске сточных вод в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения санитарно-гигиенические нормативы должны обеспечиваться в контрольном створе, расположенном на расстоянии одного километра выше ближайшего по течению водозабора для питьевого, культурно-бытового водоснабжения, мест купания, организованного отдыха или территории населенного пункта.

При сбросе сточных вод в рыбохозяйственные водотоки нормативы качества воды должны обеспечиваться на протяжении всего водного объекта или его участка, начиная с контрольного створа, расположенного на расстоянии не далее 500 метров ниже выпуска сточных вод.

Основой для расчета НДС является расчет кратности разбавления сточных вод в водоеме. При этом также учитываются гидрологические параметры водоема (расход или объем воды в водном объекте, скорость течения, глубина, извилистость, шероховатость дна и др.), состав и физические характеристики воды водоема выше выпуска сточных вод (фоновые значения). Немаловажное значение имеют расположение выпуска сточных вод, соотношение расходов сточных вод и воды водоема, способность водоема к самоочищению, наличие других объектов, использующих водоем в качестве приемника сточных вод.

Условия спуска сточных вод в водные объекты определяют с учетом степени возможного смешения и разбавления сточных вод с водой водного объекта на пути от места выпуска сточных вод до расчетного (контрольного) створа ближайших пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования или водопотребления.

Учет процессов естественного самоочищения водных объектов от поступающих в них веществ допускаются, если процесс самоочищения достаточно резко выражен и его закономерности достаточно изучены.

Место выпуска сточных вод должно быть расположено ниже по течению реки от границы данного населенного пункта и всех мест его водопользования (водопотребления) с учетом возможного обратного течения при нагонных ветрах (см. рисунок 1).

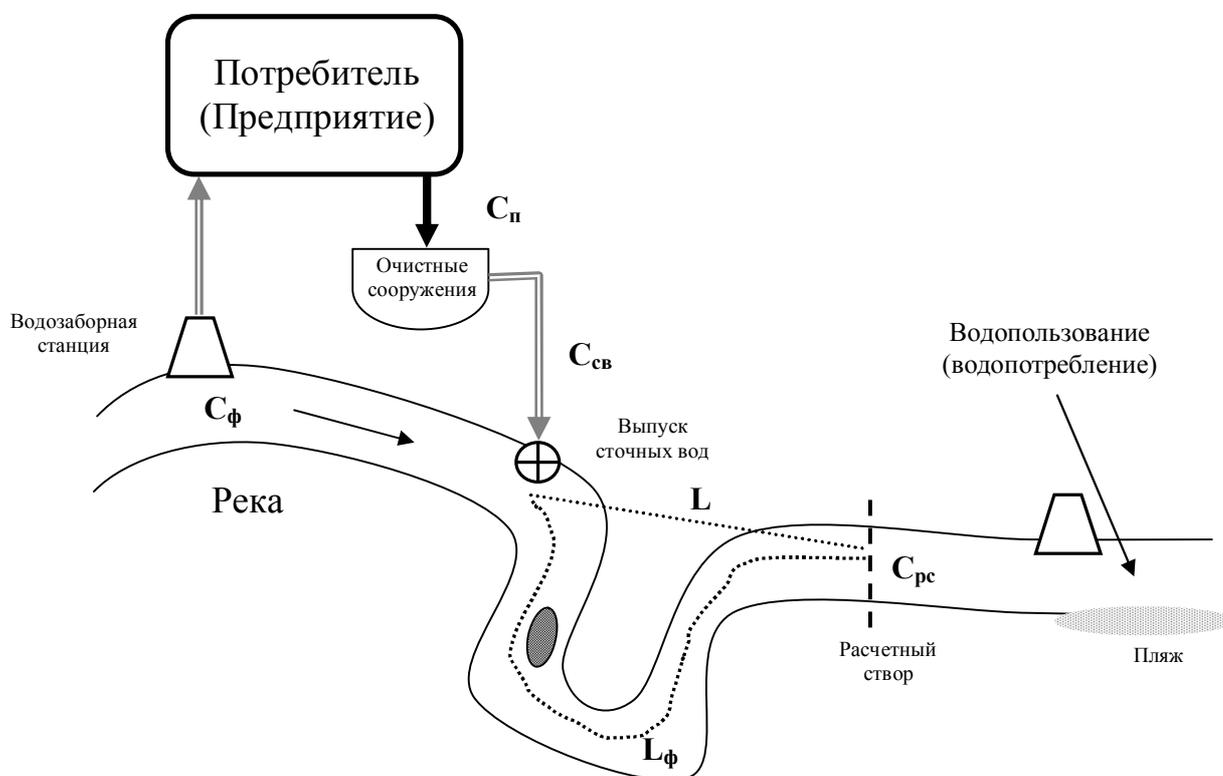


Рисунок 1

В системе, отводящей сточные воды в водный объект, должны быть предусмотрены приспособления для отбора проб и учета количества поступающих сточных вод.

Особое внимание при определении условий спуска сточных вод в водные объекты должно быть уделено учету качества воды водных объектов выше места сброса сточных вод (фоновая концентрация). Фоновая концентрация – это концентрация загрязняющего вещества сложившаяся в водном объекте выше от места выпуска сточных вод. Фоновая концентрация определяется применительно к расчетным условиям водности. Для незарегулированных рек данные качественной характеристики воды в расчетном (контрольном) створе должны быть пересчитаны на минимальный среднемесячный расход воды года 95% обеспеченности  $Q_{95\%}$  по формуле (1):

$$C_{ф.расч} = C_{ф} \cdot Q / Q_{95\%}. \quad (1)$$

где  $C_{ф}$  – фоновая концентрация контролируемых веществ, определенная фактическими замерами при измеренном расходе  $Q$ .

Норматив допустимого сброса загрязняющего вещества в составе отводимых вод в водный объект определяется по формуле (2):

$$НДС = Q_{св} \cdot C_{доп}, \quad (2)$$

где  $Q_{св}$  – максимальный часовой ( $м^3/час$ ), средний суточный ( $м^3/сут$ ) или годовой ( $м^3/год$ ) объем отводимых сточных вод;

$C_{доп}$  – допустимая концентрация загрязняющего вещества, определяемая по формуле (3), мг/л.

$$C_{доп} = n \cdot (0,8 \cdot ПДК - C_{ф}) + C_{ф}, \quad (3)$$

где ПДК – предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества с учетом вида водопользования водоема, мг/л;

$C_{ф}$  – фоновая концентрация загрязняющего вещества в воде водоема выше выпуска сточных вод, мг/л;

$n$  – кратность разбавления отводимых стоков в водоеме, являющимся приемником сточных вод, рассчитываемая по формуле (4):

$$n = (k_{см} \cdot Q_p + Q_{св}) / Q_{св} \quad (4)$$

где  $Q_{св}$  – расход отводимых сточных вод,  $м^3/с$ ;

$Q_p$  – расход воды в водоприемнике,  $м^3/с$ ;

$k_{см}$  – коэффициент смешения, показывающий, какая часть речного расхода водоприемника смешивается с отводимыми сточными водами в максимально загрязненной струе контрольного створа, рассчитываемая по формуле (5):

$$k_{см} = \frac{1 - e^{-k_{гy} \sqrt[3]{L_{ф}}}}{1 + \frac{Q_p}{Q_{св}} \cdot e^{-k_{гy} \sqrt[3]{L_{ф}}}} \quad (5)$$

где  $L_{ф}$  – расстояние от водовыпуска до расчетного створа по фарватеру, м;

$k_{гy}$  – коэффициент, учитывающий гидравлические условия реки, рассчитываемый по формуле (6):

$$k_{гy} = k_{изв} \cdot k_{вып} \sqrt[3]{D / Q_{св}} \quad (6)$$

где  $k_{изв}$  – коэффициент извилистости реки (отношение расстояния от места выпуска сточных вод до контрольного створа по фарватеру к расстоянию по прямой):

$$k_{изв} = L_{ф}/L$$

где  $k_{вып}$  – коэффициент, учитывающий положение места выпуска сточных вод (у берега –1,0; в стрежень реки – 1,5);

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии, м<sup>2</sup>/с.

Коэффициент турбулентной диффузии для равнинных рек может быть определен по формуле Потапова (7):

$$D = (V_p \cdot H_{ср}) / 200, \quad (7)$$

где  $H_{ср}$  – средняя глубина реки, м;

$V_p$  – скорости потоков воды на выпуске и в реке соответственно, м/с.

В случае, если концентрация загрязняющего вещества в сбрасываемых сточных водах ( $C_{св}$ ) превышает рассчитанную допустимую концентрацию ( $C_{доп}$ ), то определяют требуемую эффективность очистки для веществ, сбрасываемых со сточными водами по формуле (8):

$$\varepsilon = (C_{св} - C_{доп}) / C_{св}, \quad (8)$$

где  $C_{св}$  – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах перед их подачей на очистные сооружения, мг/л.

**Задача.** Определить требуемую степень очистки сточных вод, сбрасываемых в водный объект (реку). Расход воды в реке  $Q_p$ , скорость течения  $V_p$ , средняя глубина реки  $H_{ср}$ . Расстояние от места выпуска до створа по фарватеру  $L_{ф}$ , по прямой  $L$ . Расход сточной воды  $Q_{св}$ . Река относится к водным объектам хозяйственно-питьевого водопользования. Данные к расчету в соответствии с вариантом принять по таблицам 1 и 2. Выпуск сточных вод осуществляется в стрежень реки. Рассчитать НДС для вещества, вносящего наибольший вклад в загрязнение водоема.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение НДС.
2. Перечислите показатели, которые учитывают при установлении норматива допустимого сброса.
3. Поясните в чем разница между ПДК и НДС.
4. Что такое фоновая концентрация.
5. Поясните, как определяется необходимая степень очистки сточных вод перед сбросом в водоем.

Таблица 1 – Варианты исходных данных

| Характеристика  | Варианты исходных данных |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0                        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$                               | 50                       | 40   | 60   | 35   | 45   | 55   | 70   | 65   | 61   | 49   |
| $V_p, \text{ м/с}$  | 0,1                      | 1,15 | 0,2  | 0,25 | 0,30 | 0,28 | 0,18 | 0,23 | 0,22 | 0,17 |
| $H_{cp}, \text{ м}$                                       | 0,9                      | 1,5  | 1,4  | 1,3  | 1,2  | 1,1  | 1,0  | 1,35 | 1,28 | 1,6  |
| $L_{ф}, \text{ км}$                                       | 5,0                      | 5,2  | 5,5  | 5,9  | 6,1  | 6,5  | 7,0  | 6,9  | 6,4  | 5,7  |
| $L, \text{ км}$   | 4,0                      | 4,1  | 4,2  | 4,0  | 5,1  | 5,1  | 5,5  | 5,0  | 4,9  | 3,9  |
| $Q_{св}, \text{ м}^3/\text{с}$                            | 1,2                      | 1,1  | 1,05 | 0,8  | 0,85 | 0,95 | 1,3  | 1,0  | 0,95 | 0,85 |
| Характеристика  | Варианты исходных данных |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | 0                        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Содержание индивидуальных ингредиентов ( $C_{св}$ ), мг/л |                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Аммиак  | 4,0                      | –    | –    | –    | 3,1  | –    | –    | –    | –    | –    |
| Ацетон  | 2,0                      | –    | 15,0 | –    | 1,6  | 0,8  | –    | –    | –    | –    |
| Бензол  | –                        | –    | 2,0  | 10,0 | –    | –    | –    | –    | 3,0  | –    |
| Капролактам   | 2,0                      | –    | –    | –    | 2,0  | 1,5  | –    | –    | 3,9  | 5,0  |
| Кобальт   | –                        | 2,5  | –    | –    | –    | –    | –    | 2,8  | –    | –    |
| Ксилол  | –                        | 5,0  | –    | 5,0  | 3,8  | –    | –    | –    | –    | 2,2  |
| Медь  | –                        | 0,2  | –    | –    | –    | –    | –    | –    | –    | –    |
| Молибден  | –                        | –    | –    | –    | –    | –    | 0,5  | –    | –    | –    |
| Мышьяк  | –                        | –    | 0,1  | 0,2  | –    | –    | 0,1  | 5,7  | –    | –    |
| Никель  | –                        | –    | –    | –    | –    | –    | 5,4  | 5,1  | 7,0  | –    |
| Хлорофос  | –                        | –    | –    | –    | –    | 7,2  | –    | –    | –    | 0,4  |

Таблица 2 – Значения предельно-допустимых и фоновых концентраций загрязняющих веществ

| Вещество    | Показатель |                            |
|-------------|------------|----------------------------|
|             | ПДК, мг/л  | Фоновая концентрация, мг/л |
| Аммиак      | 0,05       | 0                          |
| Ацетон      | 0,05       | 0                          |
| Бензол      | 0,5        | 0,1                        |
| Капролактам | 0,01       | 0                          |
| Кобальт     | 0,01       | 0,005                      |
| Ксилол      | 0,05       | 0,01                       |
| Медь        | 0,001      | 0                          |
| Молибден    | 0,0012     | 0                          |
| Мышьяк      | 0,05       | 0,01                       |
| Никель      | 0,01       | 0                          |
| Хлорофос    | 0,00002    | 0                          |