

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра физиологии человека и животных

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ СБРОСЫ (ПДС) ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

*Методические указания
по эколого-токсикологическому нормированию*

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов специальностей Экология
и Экология и природопользование*

Ярославль 2005

УДК 574+502

ББК Б 1я73

П 71

Рекомендовано

*Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2005 г.*

Рецензент

кафедра физиологии человека и животных
Ярославского госуниверситета им. П.Г. Демидова

Составители: канд. биол. наук, доцент **Е.В. Рябухина**,
ведущие инженеры ООО «Оргхим-Экология»
О.Ф. Куклева, О.А. Стойкова

Предельно допустимые сбросы (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты : метод. указания по эколого-токсикологическому нормированию / Сост. Е.В. Рябухина; О.Ф. Куклева, О.А. Стойкова ; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ, 2005. – 40 с.

П 71

Предназначено для студентов факультета биологии и экологии, обучающихся по специальностям 013100 Экология и 511100 Экология и природопользование (дисциплина «Эколого-токсикологическое нормирование», блок ДС), очной формы обучения.

УДК 574+502

ББК Б 1я73

© Ярославский государственный университет, 2005

© Е.В. Рябухина, О.Ф. Куклева, О.А. Стойкова, 2005

1. ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ В ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ

Порог вредного действия вещества – это такая минимальная его концентрация (мг/л; мг/м³) или доза (мг/кг веса), при воздействии которой возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно скомпенсированная) патология (И.В. Саноцкий, 1974).

Lim_{ac} (D_{min}, C_{min}) – порог однократного (острого) действия токсического вещества, минимальная пороговая доза (концентрация), вызывающая изменения показателей жизнедеятельности организма, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций.

ПК – пороговая (минимальная действующая) концентрация, мг/м³; мг/л.

ППК – подпороговая (максимальная недействующая) концентрация.

ПК_{св.ч} – пороговая концентрация по влиянию на световую чувствительность глаза.

ПК_{одор} – пороговая концентрация вещества, вызывающая ощущение запаха, мг/м³.

ПК_{ост} – пороговая концентрация острого действия, установленная на лабораторных животных при однократном ингаляционном воздействии, мг/л.

ПК_{хр} – пороговая концентрация (доза) хронического действия, установленная на лабораторных животных при ингаляционном воздействии по 4 ч пять раз в неделю на протяжении 4 месяцев, мг/л. Концентрация (доза), при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

ПК_{сг.р} – пороговая концентрация, вызывающая изменения в характеристике безусловного сгибательного рефлекса у кроликов при 40-минутном ингаляционном воздействии, мМ/л.

ПК_р – пороговая концентрация раздражающего действия, вызывающая соответствующий эффект у человека или экспериментальных животных мг/л; мг/м³.

Смертельной (летальной) дозой (концентрацией) принято обозначать количество вещества (находящегося во вдыхаемом воздухе или в воде), поступившего в организм и вызвавшего гибель животных (мг/кг веса; мг/м³; мг/л).

Сублетальные (угнетающие) концентрации – концентрации, не вызывающие гибели организмов, но нарушающие или подавляющие основные жизненные функции (рост, размножение, обмен веществ и т.д.) даже при оптимальных условиях окружающей среды (И.В. Саноцкий, 1974).

Острые концентрации – вызывающие гибель особей в относительно короткий срок острого опыта (для беспозвоночных – до 10 суток, для рыб – до 15 суток).

Стимулирующие концентрации – усиливающие рост, размножение, обмен веществ. «Истинная стимуляция» – когда действие вещества в данной концентрации не сопровождается какими-либо нарушениями в организме. «Псевдостимуляция» – происходит нарушение нормального функционирования организма.

DL₅₀(DL₁₀₀) – среднесмертельная (смертельная) доза, вызывающая гибель 50% (100%) подопытных животных при определенном способе введения (внутрь, на кожу и т. д., кроме ингаляции) в течение 2-х недель последующего наблюдения. Выражается в миллиграммах вещества на 1 кг массы тела животного (мг/кг);

CL₅₀(CL₁₀₀) – летальная концентрация (доза) вещества, вызывающая при вдыхании (мыши – 2 ч, крысы – 4 ч) гибель 50% (100%) животных, выражается в мг/л, мг/м³. Значения **CL₅₀** (ЛК₅₀) выражают также в мг-молекулах на литр (мМ/л). Для перевода мг/л в мМ/л необходимо разделить исходное значение ЛК₅₀ на молекулярную массу вещества.

ПДК – предельно допустимая концентрация вещества в воздухе, выражается в миллиграммах на 1 м³ воздуха (мг/м³); в воде – мг/л. Это максимальная концентрация (максимально недействующая концентрация) вредного вещества в окружающей среде, при которой еще возможно нормальное существование организма (вида) и полное осуществление его биологического цикла. В настоящее время в качестве основных «норм содержания» применяются ПДК вредных веществ, утверждаемые с позиций охраны здоровья человека (санитарно-гигиенические ПДК) Министерством здраво-

охранения и с позиций рыбохозяйственной охраны водоемов (рыбохозяйственные ПДК) Министерством рыбного хозяйства.

ПДК р.з. – предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³. Эта концентрация при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

ПДК н.м. – предельно допустимая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест – максимальные концентрации, отнесенные к определенному периоду осреднения (30 минут, 24 часа, 1 месяц, 1 год) и не оказывающие при регламентированной вероятности их появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающие работоспособности человека и не ухудшающие его самочувствия.

ПДК м.р. – предельно допустимая максимальная (кратковременная) разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 30 минут не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

Среднесуточная концентрация – средняя из числа концентраций, выявленных в течение суток или отбираемая непрерывно в течение 24 часов.

ПДКс.с. – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

ПДКв – предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водоема, мг/л. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в тече-

ние всей его жизни и на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

ПДК_{рх} – предельно допустимая концентрация химического вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, – это максимальная концентрация загрязняющего вещества в воде водного объекта, при которой в водоеме не возникает последствий, снижающих его рыбохозяйственную ценность в настоящее время и в перспективе, или затрудняющих его рыбохозяйственное использование, мг/л.

ПДК_п – предельно допустимая концентрация химического вещества в пахотном слое почвы, мг/кг. Эта концентрация не должна вызывать прямого и косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы. В случае отсутствия ПДК_п оценка производится сопоставлением содержания химических веществ в загрязненных (исследуемых) и контрольных образцах почвы. При обосновании ПДК_п ориентируются на следующие основные показатели, определяемые экспериментально:

МА – миграционный воздушный показатель вредности, характеризующий переход химического вещества из пахотного слоя почвы в атмосферу, мг/м³;

МВ – миграционный водный показатель вредности, характеризующий переход химического вещества из пахотного слоя почвы в подземные грунтовые воды и поверхностные водоисточники, мг/л;

ТВ – транслокационный показатель вредности, характеризующий переход химического вещества из пахотного слоя почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений, мг/кг;

ОС – общесанитарный показатель вредности, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз, мг/кг;

ВДК (ОДК) – временная допустимая концентрация (ориентировочная допустимая концентрация) химического соединения в почве, установленная расчетным путем, мг/кг (временный норматив – на 3 года);

ПДКпр (ДОК) – предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) химического соединения в продуктах питания, мг/кг.

ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия вещества, выражается в миллиграммах на 1 м^3 воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$).

ВДК (ОБУВ) – временная допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) химического вещества в воде, установленная расчетным путем, мг/л (временный норматив – на 3 года).

ВДКр.з. (ОБУВ) – временная допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) химического вещества в воздухе рабочей зоны, установленная расчетным методом, $\text{мг}/\text{м}^3$ (временный норматив – на 2 года).

ВДКа.в (ОБУВ) – временная допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) химического вещества в атмосферном воздухе, установленная расчетным путем, $\text{мг}/\text{м}^3$ (временный норматив – на 3 года).

ЛПВ – лимитирующий показатель вредности (токсикологический, органолептический, рыбохозяйственный, общесанитарный, санитарно-токсикологический).

ПДВ – предельно допустимый выброс (ВСВ – временно согласованный выброс) загрязняющих веществ в атмосферу, при котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания условиях, кг/сутки.

ПДС (*предельно допустимый сброс загрязняющих веществ в водную среду*) – 1) это такое количество загрязняющего вещества, которое, поступая за установленные промежутки времени (час, сутки, месяц, год), не приводит к превышению ПДК самого вещества, его метаболитов и конечных продуктов распада в любой точке водного объекта, начиная с расчетного для каждого источника загрязнения створа, или, что то же самое, к превышению ассимилирующей способности водного объекта; 2) в соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77 (П 39) под **предельно допустимым сбросом (ПДС) веществ в водный объект** принимается масса веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте (г/час).

ПДС могут устанавливаться только для каждого конкретного водного объекта, с учетом его типа, интенсивности водообмена, температурного режима и числа и мощности источников загрязнения.

ВСС – временно согласованный сброс (лимит) загрязняющих веществ со сточными водами устанавливается по наилучшим результатам, которые могут быть достигнуты на данном предприятии в результате реализации планов или отдельных этапов по достижению ПДС. По мере осуществления плана водоохранных мероприятий по достижению ПДС, достигнутые предприятием лимиты сброса сточных вод пересматриваются в сторону уменьшения.

Кумуляция – накопление вещества или вызываемых им в организме изменений. *Накопление массы яда* в организме называют *материальной кумуляцией*, а *накопление вызванных ядом изменений* – *кумуляцией функциональной*.

Кумуляцию можно подразделить на *биоактивную*, когда она сопровождается симптомами отравления накопившего вещества организма, и *биопассивную*, когда накопленное вещество в нормальных условиях не проявляет действия на организм, но оказывает его в стрессовые моменты.

Кумуляция веществ может сопровождаться бионакоплением, т.е. последовательным повышением концентрации вещества в представителях каждого последующего пищевого уровня (биоаккумуляция), или не сопровождаться этим явлением.

Кк – коэффициент кумуляции – отношение дозы или концентрации, вызывающей определенный токсический эффект при однократном воздействии, к суммарной дозе или концентрации вещества, вызывающей тот же эффект при многократном воздействии. Коэффициент кумуляции (Кк) – показатель функциональной кумуляции. Он, так или иначе, отражает сроки гибели животных при повторном введении им дозы, составляющей одну и ту же долю от смертельной дозы или систематически повышающихся доз (А.А. Голубев и соавт., 1973).

Летальный синтез – превращение нетоксичного или малотоксичного вещества в более токсичное в процессе разложения или синтеза.

Токсичность воды – свойство воды вызывать патологические изменения или гибель организмов, обусловленное присутствием в ней токсических веществ.

Биологическое тестирование воды (биотестирование) – оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами (по ГОСТ 27065—86).

Токсикологический контроль – проверка методами биотестирования соответствия качества воды установленным требованиям.

Тест-объект – организм (ы), используемый (ые) в биотестировании.

Тест-реакция – изменение какого-либо показателя тест-объекта под воздействием токсических веществ, содержащихся в воде. *Пример:* снижение выживаемости дафний.

Тест-параметр – количественное выражение тест-реакции. *Пример:* процент погибших дафний в воде, содержащей токсические вещества, по сравнению с контролем (вода без токсических веществ).

Критерий токсичности – значение тест-параметра или правило, на основании которого делают вывод о токсичности воды. *Примеры:* гибель 50 и более процентов дафний за 96 ч в воде, содержащей токсические вещества, по сравнению с контролем; достоверное снижение выживаемости рыб в воде, содержащей токсические вещества, по сравнению с контролем.

Для установления возможности сброса **сточных вод** через биологические очистные сооружения и определения эффективности применения биохимического метода очистки необходимо ориентироваться на следующие показатели:

МК – максимальная концентрация вещества, которая при постоянном воздействии в течение сколь угодно длительного времени не вызывает нарушения биохимических процессов, мг/л. По этой характеристике нельзя сделать вывод, разрушается ли вещество при прохождении через биологические очистные сооружения;

МКбос – максимальная концентрация вещества, не влияющая на работу биологических очистных сооружений при обеспечении оптимального режима биохимического окисления, мг/л. Значение МКбос зависит от технологического и конструктивного оформле-

ния процесса очистки и от способности химического соединения разрушаться под действием микроорганизмов.

БПК – биохимическая потребность в кислороде, или количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ (не включая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 10, 20 суток), мг O_2 /мг вещества (БПК_{полн.} – за 20 суток, БПК₅ – за 5 суток).

ХПК – химическая потребность в кислороде, определенная бихроматным методом, т. е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг O_2 /мг вещества.

2. ПРАВОВАЯ ОСНОВА РАСЧЕТА, УСТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРЕСМОТРА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Разработку проектов норм ПДС по заказам предприятий-водопользователей Ярославской области выполняют предприятия и организации, имеющие лицензию на выполнение данного вида работ, выданную органами Госкомэкологии РФ или его территориального органа в установленном порядке на основании Постановления Правительства РФ № 168 от 26.02.96 г.

ПДС разрабатывается на основании инвентаризации предприятия-водопользователя, подлежащей предварительному согласованию с органами Госкомэкологии.

Разработка нормативов ПДС является основанием для получения разрешения на специальное водопользование, которое дается исходя из сроков и хода реализации планов природоохранных мероприятий.

Нормативы сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду устанавливаются в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды». Указанные нормативы являются основой разработки планов мероприятий по достижению безвредного уровня воздействия производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод при осуществлении водопользования.

Правовые основы установления, достижения и контроля величин предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в водные объекты, регламентируются следующими документами:

- Закон РФ «Об охране окружающей среды»;
- Водный кодекс РФ, принят Государственной думой 18.10.95г.;
- Закон РФ «Об экологической экспертизе», принят Государственной думой 19.07.95 г.;
- Постановление правительства РФ № 632 от 28.08.92 г. «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размерах за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия»;
- Постановление правительства РФ № 35 от 05.12.91 г. «О перечне сведений, которые не могут составлять коммерческую тайну»;
- ГОСТ 17.1.1.01-77 (СТ СЭВ 3544-82) «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения»;
- ГОСТ 17.1.1.02-77 «Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов»;
- ГОСТ 17.1.3.06-82 (СТ СЭВ 3079-81) «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод»;
- ГОСТ Р. RU. CV 03.1.3.0007 «Прогноз показателей химического состава воды водных объектов ниже мест проектируемых или действующих выпусков сточных вод. Расчет ПДС», 1995 г.
- Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). М., 1994 г.
- Инструкция о порядке согласования и выдаче разрешения на специальное водопользование НВН 33.5.1.02.83, утвержденной МИНВОДХОЗом СССР 30.12.83 г., № 354;
- Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1998. – 145 с.

- Обобщенный перечень ПДК и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М., 1990;

- Справочно-методическое пособие «Загрязняющие вещества и показатели загрязнения сточных вод различных отраслей промышленности». Утверждено МинПриродой РФ. М., 1994;

- Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) ЗВ в атмосферу и водные объекты; утверждена Госкомприродой СССР 11.09.89 г.;

- Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПин № 4630-88.

По мере утверждения новых законодательных, инструктивных и методических документов, дополняющих или заменяющих вышеуказанные, необходимо руководствоваться новыми документами.

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАСЧЕТА, УСТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРЕСМОТРА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

1. К водным объектам единого государственного водного фонда (водные объекты) на основании ГОСТ 17.1.1.02-77 относятся реки, озера, водохранилища, другие поверхностные водоемы и водные источники, воды каналов и прудов, а также подземные воды.

2. В соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77 (П 39) за **предельно допустимый сброс (ПДС) веществ в водный объект** принимается масса веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

3. Основными **показателями качества сбрасываемых сточных вод** является остаточная концентрация ЗВ в мг/л, их эпидемиологическая опасность, а также отсутствие их токсичности, определяемое методом биотестирования.

4. Целью установления величин ПДС является:

- определение допустимого количества веществ, поступающих в водные объекты в результате хозяйственной деятельности, при котором состав вод сохраняется на уровне, сформировавшемся под влиянием природных факторов;

- обеспечение норм качества воды в природных объектах путем реализации комплекса природоохранных мероприятий.

5. Величины ПДС служат основой для:

- определения платы и ее предельных размеров за сброс ЗВ в водные объекты;

- реализации контроля за соблюдением установленных режимов сброса и качества вод в водные объекты.

6. В соответствии со статьей 109 гл. 11 Водного кодекса РФ нормативы предельно допустимых воздействий на водные объекты устанавливаются исходя из:

- предельно допустимой величины антропогенной нагрузки, длительное воздействие которой не приведет к изменению экосистемы водного объекта;

- предельно допустимой массы ЗВ, которая может поступить в водный объект и на его водосборную площадь.

7. Нормы качества поверхностных вод устанавливаются для условий хозяйственно-питьевого, рекреационного и рыбохозяйственного водопользования.

1) **К хозяйственно-питьевому** водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

2) **К рекреационному** водопользованию относится использование водных объектов для купания, спорта и отдыха населения, а также иное использование водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

3) **Рыбохозяйственные водотоки**, водоемы или их отдельные участки, используемые для воспроизводства, промысла и миграции рыб и беспозвоночных, подразделяются на **три категории**:

- к **высшей категории** относятся: места нерестилищ; места массового нагула и зимовальные ямы особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов; основные нерестилища; места массового нагула и зимовальные ямы ценных видов рыб и

других промысловых водных организмов; водоохранные зоны хозяйств любого типа для искусственного разведения рыбы и водоохранные зоны (включая прибрежные водоохранные полосы) садковых и прудовых хозяйств, расположенные на расстоянии не менее 500 м от водозабора или границы хозяйства;

- к *первой категории* относятся водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

- ко *второй категории* относятся водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

8. Виды использования водного объекта определяются в соответствии с Водным Кодексом РФ.

9. Нормы качества поверхностных вод включают:

- общие требования к составу и свойствам поверхностных вод для различных видов водопользования;

- перечень нормируемых микробиологических показателей;

- перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд населения;

- перечень ПДК вредных веществ в воде водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях.

10. При сбросе сточных вод или других видах хозяйственной деятельности, влияющих на состояние водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевых и рекреационных целей, нормы качества поверхностных вод или их природный состав и свойства должны выдерживаться на водотоках начиная со створа, расположенного в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (граница второй зоны санитарной охраны водозаборов для хозяйственно-питьевого водоснабжения, зона рекреации, территория населенного пункта, и т.д.) вплоть до самого места водопользования, а на водоемах – на акватории в радиусе одного километра от пункта водопользования.

11. Запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды, содержащие вещества или продукты их трансформации в воде, на которые отсутствуют установленные ПДК, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля, за исключением тех веществ, которые содержатся в воде водного объекта.

Для вновь проектируемых новых производств или технологических процессов заказчик проекта должен организовать разработку ПДК для таких веществ, а также разработку методов анализа этих веществ на уровне ПДК. При отсутствии ПДК и методов анализа содержания этих веществ в воде ввод в эксплуатацию новых производств запрещается.

12. **ПДК** и **ЛПВ** используются для расчетов первичного разбавления в водных объектах. Однако, для расчетов ПДС (основного разбавления и зоны распространения и накопления вещества за пределами зоны основного разбавления) данных только ПДК недостаточно.

Должны приводиться следующие данные:

1). Данные *о стабильности* и особенностях *детоксикации* вещества, включая его метаболиты и конечные продукты распада, для каждого из которых устанавливаются значения:

а) способность повышать сапробность среды, например по БПК, в мгО₂/мг вещества;

б) способность образовывать при распаде биогены, в мг/мг вещества;

в) способность образовывать токсичные метаболиты, с указанием на их токсичность и тип действия, в сравнении с самим веществом.

2). При расчетах ПДС должны учитываться все эти и *кумулятивные свойства* вещества, а также сроки их действия, вне зависимости, к какому ЛПВ отнесено вещество при установлении ПДК. Например, аммоний и нитриты являются дыхательными ядами (депрессантами дыхания), но при расчетах ПДС они должны учитываться и как биогены, наравне с органическим и нитратным азотом.

Кумуляцию можно подразделить на *биоактивную*, когда она сопровождается симптомами отравления накопившего вещества организма, и *биопассивную*, когда накопленное вещество в нормальных условиях не проявляет действия на организм, но оказывает его в стрессовые моменты.

Кумуляция веществ может сопровождаться *бионакоплением*, т.е. последовательным повышением концентрации вещества в представителях каждого последующего пищевого уровня (биоаккумуляция), или не сопровождаться этим явлением.

По поведению вещества в водоеме они могут быть подразделены на несколько *групп*:

1. Вещества, практически нетрансформируемые в водоемах (например, хлористый натрий);

2. Вещества, метаболиты которых, вступая в сложные соединения с природными компонентами, в основном органическими, водоемов, меняют характер и интенсивность действия на водоемы и гидробионтов. Токсичность может и возрастать при этом.

3. Вещества, подвергающиеся деградации в природных водах путем последовательного превращения во все более простые соединения. Их метаболиты могут быть более токсичны, чем исходное вещество, а конечные продукты распада могут выходить из круговорота веществ или включаться в него (например, биогены).

К веществам, *особо опасным* для рыбохозяйственных водоемов, должны быть отнесены те, которые сами и их метаболиты токсичны (группы 1 и 2), способны накапливаться в промышленных водных организмах сверх ДОК (допустимое остаточное количество) для пищевых продуктов животного происхождения и высокостабильные, т.е. такие, которые сохраняются в водной среде больше 1 года, при соответствующем водоему температурном режиме. Такие вещества не должны поступать в водные объекты постоянно (со сточными водами и т.п.), а каждый случай разового поступления должен оговариваться особо и согласовываться с контролирующими организациями.

13. Расчет нормативов ПДС производится исходя из следующих условий сброса и качества сточных вод:

1). Для сбросов нетоксичных сточных вод в черте населенного пункта, в пределах второй зоны санитарной охраны водозаборов хоз-питьевого водоснабжения, зон рекреации, нормативные требования, установленные к составу и свойствам воды водных объектов коммунально-бытового водопользования должны относиться к самим сбрасываемым водам.

2). В случае токсичности сточных вод, отводимых в водный объект в пределах зон ограничений (п.1)), требования к составу и свойствам последних определяются из условия, что сумма отношений концентраций веществ (C_1, C_2, \dots, C_n) первого и второго класса токсичности, группируемых по токсикологическому ЛПВ, в сбра-

сываемых сточных водах к соответствующему ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1.$$

3) Общий объем отводимых на рельеф сточных вод должен исключать возможность затопления и подтопления территории.

4) Если фоновые показатели состава воды водотоков и водоемов, сформировавшиеся под влиянием природных факторов, не соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству воды соответствующего вида водопользования, то сброс сточных вод, а также любые другие виды хозяйственной деятельности не должны приводить к дальнейшему ухудшению качества воды по сравнению с фоновыми показателями.

5) Условия приема производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, отводимых в городские канализационные сети или сети другого предприятия, определяются на договорной основе между предприятием-водопользователем и предприятием-владельцем сетей и очистных сооружений.

6) Действующие предприятия, сбрасывающие сточные воды с превышением установленных нормативов ПДС, обязаны в сроки, согласованные с территориальными органами Госкомэкологии РФ, обеспечить разработку и реализацию планов мероприятий по достижению ПДС.

В период реализации указанных планов или их этапов, предприятие осуществляет сброс сточных вод и плату за загрязнение на основании временных лимитов (ВСС – временно согласованный сброс), установленных органами Госкомэкологии.

4. ЛИМИТИРУЮЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВРЕДНОСТИ (ЛПВ)

Характер влияния загрязняющих веществ на водоемы и водные организмы подразделяется на три основные группы, которые принято называть лимитирующими показателями вредности (ЛПВ):

- 1) общесанитарные ЛПВ (санитарно-токсикологические);
- 2) токсикологические;
- 3) хозяйственные (рыбохозяйственные).

В настоящее время разработаны методы оценки влияния и основные закономерности действия загрязняющих веществ на организменном и популяционно-видовом уровнях и только начато изучение закономерностей влияния веществ на биоценоотическом уровне.

На этих уровнях и могут быть даны характеристики ЛПВ.

1. Общесанитарный ЛПВ. Нарушение исторически сложившихся в водоеме экологических условий. При этом типе действия веществ влияние на популяционном и биоценоотическом уровнях обычно сказывается при меньших отклонениях показателей от оптимума для какого-либо вида, чем влияние на организменном уровне. Обычно действует не один фактор, а целый комплекс факторов. Все вещества, относимые по действию к этому ЛПВ, либо являются нормальными компонентами для природных водоемов, либо аналогичны им по действию. Различают следующие подгруппы в пределах данного ЛПВ:

1) *Изменение трофики* водоемов, которое включает в себя:

- а) повышение сапробности среды;
- б) дистрофирование водоемов;
- в) излишнее повышение содержания биогенов.

2). *Снижение концентрации растворенного в воде кислорода.*

Оно может быть:

- а) следствием повышения сапробности среды или
- б) без повышения сапробности.

3) *Изменение солености воды* (вызывает нарушение осморегуляции водных организмов, водно-солевого обмена и т. п.) с нарушением или без нарушения содержания и соотношения солей.

4) *Изменение температуры воды:*

- а) вызывает шоковые явления у организмов;
- б) изменяет сроки прохождения определенных стадий развития организмов и сезонных процессов в водоеме.

5). *Механическое загрязнение твердыми веществами:*

а) влекомыми в толще воды (вызывают снижение прозрачности воды и толщины трофогенного слоя, забивание и механическое повреждение жабр и покровов тела гидробионтов);

б) оседающими на дно, вдоль берегов, вызывающими нарушения биоценозов бентоса, прибрежной водной растительности, заиление нерестилищ, замену более ценных в кормовом отношении биоценозов менее ценными.

б). *Механическое загрязнение жидкими веществами:*

а) образующими пленку на поверхности воды, ухудшающую условия аэрации, возможность вылета водных насекомых, дыхания воздушнодышащих водных насекомых, и т. д.;

б) образующими эмульсии в толще воды с оседанием на гидробионтах и снижением прозрачности воды;

в) оседающими на дно и водную растительность, что вызывает гибель растений и ухудшение структуры грунтов.

2. Токсикологический ЛПВ. Прямое токсическое действие веществ на водные организмы. Экологические последствия определяются непосредственным влиянием вещества на наиболее чувствительные виды или группы видов водных организмов. Пограничные концентрации действия на организменном или популяционно-видовом уровнях организации живого близки или совпадают. Влияние на биоценотическом уровне определяется относительной чувствительностью составляющих биоценоз видов к загрязняющему веществу. Токсикологический ЛПВ по влиянию на организменный уровень может вызывать:

1) *Нарушение функций дыхания:*

- а) кожного и жаберного;
- б) тканевого и клеточного.

2) *Нарушение функций размножения:*

- а) инстинктов и рефлексов размножения;
- б) овогенеза и сперматогенеза;
- в) процессов оплодотворения;
- г) эмбрионального развития (включая тератогенное действие);
- д) выпадение или дефектность отдельных стадий развития.

3) *Нарушение функций питания:*

- а) процессов пищеварения и степени усвоения пищи;
- б) рефлексов питания.

4) *Нарушение функционирования нервной системы, проявляющееся:*

- а) в угнетении, вплоть до параличей;
- б) в раздражающем, возбуждающем (ирритантном) действии.

Оба типа действия могут встречаться по отдельности или совместно, как фазы токсикологического процесса.

5) *Нарушение фотосинтеза водных растений и водорослей.*

б) «Обжигающее» действие (нарушение покровов тела, целостности мембран на плавниках, образование подкожных кровоизлияний и язв, и т.п.).

3. Хозяйственный ЛПВ (рыбохозяйственный). Порча товарных качеств промысловых водных организмов.

Он включает в себя:

1) *Порчу вкусовых качеств* промысловых видов (*органолептический показатель*), которая проявляется:

- а) в появлении неприятных посторонних привкусов;
- б) в появлении неприятных посторонних запахов;
- в) в понижении упитанности, жирности, консистенции мяса рыб и других промысловых организмов.

2) *Накопление токсических веществ* в опасном для человека и домашних животных количестве:

- а) устранимое при некоторых формах кулинарной обработки;
- б) не устранимое никакими способами.

В качестве показателей опасных количеств следует руководствоваться разрабатываемыми Министерством здравоохранения **ПДОК** (предельно допустимые остаточные количества вредных веществ в продуктах питания).

3) *Накопление возбудителей заболеваний.* Особенно опасно, если продукты используются в сыром виде (например, устрицы).

Третий ЛПВ (хозяйственный) не всегда может сопровождаться ухудшением состояния популяций водных организмов и условий их воспроизводства.

5. РАСЧЕТ ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

5.1. Порядок разработки и содержание «Правил приема производственных сточных вод в систему канализации населенного пункта»

1. Разработанные водопроводно-канализационным предприятием «Правила приема» после согласования с местными органами по регулированию использования и охране вод системы Минводхоза и рыбоохраны утверждаются местными органами власти.

2. Утвержденные местными органами власти «Правила приема» являются обязательными для всех промышленных предприятий, административно расположенных на данной территории, независимо от их ведомственной принадлежности. Промышленные предприятия обязаны строго выполнять установленные в «Правилах приема» требования по сбросу производственных сточных вод.

3. «Правила приема» содержат требования к количеству и составу производственных сточных вод, которые могут быть сброшены промышленными предприятиями в системы канализации населенных пунктов для совместного отведения и очистки со сточными водами населенных пунктов, а также нормы допустимых концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных водах.

4. При разработке «Правил приема» учитывается следующее:

а) В системы канализации населенных пунктов могут быть приняты производственные сточные воды, которые не вызывают

нарушения в работе канализационных сетей и сооружений, обеспечивают безопасность их эксплуатации и могут быть очищены совместно со сточными водами населенных пунктов до требований и нормативов, удовлетворяющих «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

б) Запрещено сбрасывать в систему канализации населенных пунктов производственные сточные воды промышленных предприятий, содержащие:

- вещества, оказывающие разрушающее действие на материал труб и элементы сооружений канализации;
- вредные вещества в концентрациях, препятствующих биологической очистке сточных вод;
- опасные бактериальные загрязняющие вещества;
- нерастворимые масла, а также смолы и мазут;
- биологические трудно окисляемые органические вещества;
- биологически «жесткие» ПАВ;
- только минеральные вещества;
- вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в воде водных объектов хозяйственно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

в) Категорически запрещается сбрасывать в системы канализации кислоты, горючие примеси, токсичные и растворенные газообразные вещества (в частности, растворители: бензин, диэтиловый эфир, дихлорметан, бензол и др.), способные образовывать токсичные газы (сероводород, сероуглерод, окись углерода, цианистоводородная кислота, пары легколетучих ароматических углеводородов и др.).

г) Запрещается также сбрасывать в канализационную сеть:

- сточные воды, расход и состав которых может привести к превышению допустимого установленными правилами количества загрязняющих веществ, поступающих в водный объект;
- производственные сточные воды, имеющие температуру свыше $40 - 50^{\circ} \text{C}$, рН ниже 6,5 или выше 9, ХПК выше БПК₅ более чем в 2,5 раза или БПК_{полн} более чем в 1,5 раза;
- залповые сбросы производственных сточных вод;
- поверхностный сток с территории промышленных площадок (дождевые, талые, поливо-мочные и др.) и дренажные воды при полной раздельной системе канализации.

5. В системе канализации не допускается объединение производственных сточных вод, взаимодействие которых может привести к образованию эмульсий, ядовитых или взрывоопасных газов, а также большого количества нерастворимых веществ (например: сточных вод, содержащих соли кальция или магния и щелочных растворов; соду и кислые воды; сульфид натрия и воды с чрезмерным содержанием щелочи; хлор и фенолы и т.д.).

6. При расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах, принимаемых в систему канализации населенного пункта, водопроводно-канализационное предприятие должно руководствоваться следующими требованиями:

а) допустимое содержание органических веществ, оцениваемых по БПК₅ (БПК_{полн}), должно определяться расчетом. При этом БПК производственных сточных вод не должна вести к превышению БПК поступающих на очистные сооружения сточных вод, принятой при проектировании этих сооружений;

б) допустимые концентрации загрязняющих веществ, удаляемых на очистных сооружениях, должны определяться с учетом:

- условий сброса очищенных сточных вод в водный объект, установленных в разрешении на спецводопользование;

- эффективности удаления загрязняющих веществ на очистных сооружениях;

- соотношения объемов городских и производственных сточных вод, поступающих в системы канализации;

- кратности смешения очищенных сточных вод с водой водного объекта, устанавливаемой по данным гидрометцентра.

7. Сброс производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов должен осуществляться самостоятельными выпусками с обязательным устройством контрольного колодца, размещаемого за пределами предприятия. Указанные выпуски должны быть оборудованы приспособлениями (автоматическими пробоотборниками, расходомерами и в случае необходимости пломбируемыми автоматическими запорными устройствами) для постоянного контроля за расходом и качеством сточных вод по каждому выпуску.

5.2. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах, сбрасываемых в системы канализации населенных пунктов

1. В таблице 1 приведен перечень наиболее характерных загрязняющих веществ производственных сточных вод для отраслей промышленности.

Таблица 1

Наиболее характерные показатели сточных вод различных отраслей промышленности

Отрасль промышленности	Показатель											
	СП АВ	СФ	Х	НП	Ф	Жи ры	Мн	ММ КН	ДМ СФ	Фд г	Кр	Ж
Электроэнергетика	+	+	+	+								+
Машиностроение	+	+	+	+	+					+		+
Химическая	+	+	+	+	+	+				+		+
Нефтехимическая		+	+	+								+
Легкая	+	+	+	+	+	+					+	+
Пищевая	+	+	+		+	+						+
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозная		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Цветная металлургия		+	+	+								+
Транспорт	+	+	+	+								+
Черная металлургия		+	+	+	+							+
Стройматериалы	+	+	+	+						+		+
Топливная		+	+	+								+
Электронная		+	+									+

Условные обозначения:

СФ – Сульфаты

Х – Хлориды

НП – нефтепродукты

Ф – фенолы

Мн – метанол

ММКН – метилмеркаптан

ДМСФ – диметилсульфид

Фдг – формальдегид

Кр – Красители

Ж – железо

Продолжение таблицы 1

Отрасль промышленности	Показатель												
	Ni	Cu	Cr	Zn	Sn	Pb	Cd	Co	Ti	Al	Цианиды	As	Hg
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Электроэнергетика	+	+	+	+		+	+				+	+	
Машиностроение	+	+	+	+	+	+	+				+		
Химическая			+	+		+		+	+	+	+	+	
Нефтехимическая													
Легкая	+	+	+	+									
Пищевая													
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозная													
Цветная металлургия	+	+	+	+		+			+	+		+	
Транспорт	+	+	+										
Черная металлургия			+								+		
Стройматериалы	+	+	+	+									
Топливная													
Электронная	+	+	+	+			+				+		+

2. Перечень веществ, удаляемых в процессе биологической очистки, приведен в таблице 2.

Таблица 2

Вещества, удаляемые в процессе биологической очистки

Вещество	Эффективность удаления на очистных сооружениях, %	ПДК в воде водного объекта, мг/л
Аммонийный азот	40	2,0
Барий	50	0,1
Никель	50	0,1
Свинец	50	0,03
СПАВ (анионные)	80	0,5
Фториды	14	1,5
Формальдегид	80	0,05
Кадмий	60	0,005
Бензойная кислота	95	0,6
Цианиды	70	0,05
Титан	80	0,1
Фталевая кислота	70	0,5
Цинк	70	1,0
Железо	80	0,3
Ксилол	60	0,05

Медь	80	1,0
Мышьяк	50	0,05
Толуол	60	0,5
Фенол	95	0,001
Хром	80	0,5

3. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных водах и удаляемых на очистных сооружениях населенного пункта, производится следующим образом:

1) Определяется допустимая концентрация ЗВ (загрязняющих веществ) в очищенных городских сточных водах $C_{ст}$:

$$C_{ст} = (n - 1) (C_N - C_{\Phi}) + C_N \text{ мг/л}, \quad (1)$$

где C_N – ПДК загрязняющего вещества в контрольном (расчетном) створе водного объекта соответствующего вида водопользования, мг/л;

C_{Φ} – фактическая (фоновая) концентрация того же вещества в воде водного объекта до сброса в него сточных вод данных очистных сооружений, принимается по данным «Гидрологических ежегодников» Госкомгидрометеослужбы, материалов органов по регулированию использования и охране вод системы Минводхоза, либо путем прямых измерений на водном объекте, мг/л;*

n – кратность смешения очищенных сточных вод с водой водного объекта в расчетном створе, принимается по данным органов Госкомгидромета или определяется расчетами в соответствии с "Методическими указаниями по применению Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами".

*Примечание. При $C_{\Phi} > C_N$ первый член правой части зависимости (1) в расчет не принимается и $C_{ст} = C_N$.

2) Определяется допустимая концентрация ЗВ в смеси производственных и бытовых сточных вод, поступающих на очистные сооружения населенного пункта, $C_{г.с.в}$:

$$C_{г.с.в} = \frac{C_{ст} - 100}{100A} \text{ мг/л}, \quad (2)$$

где A – эффективность удаления загрязняющих веществ на очистных сооружениях населенного пункта, принимается по данным работы действующих очистных сооружений либо по данным таблицы 2.

Полученная величина $C_{г.с.в}$ не должна превышать концентрацию, допустимую для биологической очистки сточных вод $C_{б.о.с}$ (табл. 3).

Таблица 3

Концентрации веществ (мг/л), максимально допустимые для биологической очистки

<i>Вещества</i>	<i>Концентрации, мг/л</i>
Алюминий	0,75
Барий	10,0
Бензойная кислота	15,0
Бензол	100,0
Бутиловый спирт	20,0
Гидрохинон	15,0
Глицерин	90,0
Железо	5,0
Жиры растительные и животные	50,0
Кобальт	1,0
Ксилол	1,0
Медь	0,5
Метанол	30,0
Мышьяк	0,1
Нефть и нефтепродукты	25,0
Никель	0,5
Олово	10,0
Ртуть	0,005
Свинец	0,1
Синтетические ПАВ	
- анионные	20,0
- неионогенные	50,0
Фенол	15,0
Фталевая кислота	0,5

Если в результате расчета окажется, что $C_{г.с.в} > C_{б.о.с}$, то следует пересчитать $C_{ст}$ из формулы (2), приняв, что $C_{г.с.в} = C_{б.о.с}$.

3) Рассчитывается величина допустимой концентрации каждого ЗВ, содержащегося в суммарном расходе производственных сточных вод, $C_{п.с.в}$:

$$C_{п.с.в} = \frac{Q}{q}(C_{г.с.в} - C_{быт}) + C_{быт} \quad \text{мг/л} \quad (3)$$

где $C_{быт}$ – содержание загрязняющего вещества в бытовых стоках, мг/л;

Q – расход городских сточных вод, м³/сут;

q – суммарный расход производственных сточных вод, содержащих данное загрязняющее вещество, м³/сут.

$C_{быт}$ определяется в каждом конкретном случае на основании анализов только бытовой сточной воды (или по данным, приведенным в табл. 4), при отсутствии данных принимается $C_{быт} = 0$.

Таблица 4

Возможная концентрация в бытовых сточных водах

<i>Загрязняющее вещество</i>	<i>Возможная концентрация в бытовых сточных водах, мг/л</i>
Алюминий	0,5
Азот аммонийный	18 – 20
Барий	0,5
Железо	1 – 2
Свинец	0,003
Медь	0,01 – 0,03
Фталеваая кислота	0,03
Жиры	30 – 50
Сульфаты	80 – 100
Фенол	0,01
Хлориды	40 – 60
Цинк	0,02 – 0,3
СПАВ (анионные)	5 – 8

4) Расчеты допустимых концентраций взвешенных веществ и БПК выполняются при проектировании очистных сооружений населенных пунктов. Расчет допустимой концентрации растворенных солей производится по формулам (1) и (3) исходя из того, что их содержание в процессе биологической очистки сточных вод практически не изменяется, а суммарное ПДК в воде водных объектов – 1000 мг/л (по сухому остатку, в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами).

5) содержание биогенных элементов на каждые 100 мг/л БПК_{полн} городских сточных вод не должно быть менее 5 мг/л азота (N) и 1 мг/л фосфора (P).

4. При поступлении в системы канализации населенных пунктов производственных сточных вод, содержащих несколько загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности, сумма отношений концентрации C^x, C^y, \dots, C^k каждого из веществ к соответствующей допустимой их концентрации в производственных сточных водах $C^x_{п.с.в}, C^y_{п.с.в}, \dots, C^k_{п.с.в}$ не должна превышать 1:

$$\frac{C^x}{C^x_{п.с.в}} + \frac{C^y}{C^y_{п.с.в}} + \dots + \frac{C^k}{C^k_{п.с.в}} \leq 1. \quad (4)$$

Определение величины C^x, C^y, \dots, C^k может быть произведено двумя путями: допустимая концентрация веществ в производственных сточных водах уменьшается во столько раз, сколько веществ сбрасывается; величина уменьшения $C_{п.с.в}$ распределяется исходя из реальных условий, обусловленных возможностями предприятий.

Примечание: Учет суммарного присутствия веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности производится либо на этапе расчета $C_{ст}$, либо на этапе расчета $C_{п.с.в}$.

5. Допустимый сброс ЗВ от промышленного предприятия в систему канализации населенного пункта определяется по формуле:

$$P = C_{п.с.в} \cdot q_{п} \quad \text{г/ч}, \quad (5)$$

где $q_{п}$ – расход производственных сточных вод данного предприятия, $\text{м}^3/\text{ч}$.

6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ загрязняющих веществ в производственных сточных водах, направляемых на очистные сооружения населенного пункта

Пример 1.

Расчет допустимой концентрации загрязняющих веществ в производственных сточных водах, не удаляемых в процессе биологической очистки.

В производственных сточных водах содержится циклогексан.

Расход городских сточных вод $Q = 100\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$. Расход производственных сточных вод, содержащих циклогексан, $q = 10\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Водный объект культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования, C_N циклогексана = 0,1 мг/л. Кратность смешения очищенных городских сточных вод с водами водного объекта $n = 2$.

В воде водного объекта циклогексан отсутствует. В бытовых сточных водах циклогексан отсутствует.

Концентрация циклогексана (цгс) в очищенных сточных водах должна быть:

$$C_{ст \text{ цгс}} = C_N \cdot n = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ мг/л.}$$

В городских сточных водах, поступающих на биологическую очистку:

$$C_{г.с.в. \text{ цгс}} = \frac{C_{ст} \cdot 100}{100 - 0} = 0,2 \text{ мг/л.}$$

В производственных сточных водах допустимая концентрация циклогексана:

$$C_{п.с.в. \text{ цгс}} = \frac{0,2 \cdot 100}{100} \cdot \frac{100000}{10000} = 2 \text{ мг/л.}$$

Циклогексаны сбрасывают два предприятия. Расход сточных вод первого предприятия – 3 000, второго – 7 000 м³/сут.

Допустимый сброс циклогексана от первого предприятия:

$$P_{1\text{цгс}} = \frac{3000}{24} = 250 \text{ г/ч};$$

второго предприятия:

$$P_{2\text{цгс}} = \frac{2 \cdot 7000}{24} = 583,4 \text{ г/ч}.$$

Эти концентрации, расходы и количества циклогексана должны быть указаны в договорах между водопроводно-канализационным и промышленным предприятиями.

Пример 2.

Расчет допустимых концентраций веществ в производственных сточных водах при наличии смешения очищенных городских сточных вод с водами водного объекта.

В производственных сточных водах содержится медь и мышьяк.

Расход городских сточных вод $Q = 100\,000 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Расход производственных сточных вод, содержащих медь и мышьяк,

$$q = 20\,000 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Водный объект культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования.

Кратность смешения очищенных сточных вод с водами водного объекта $n = 3$.

Фактическая концентрация меди в воде водного объекта $C_{\text{ф}} = 0,2 \text{ мг/л}$, мышьяк в воде водного объекта отсутствует.

Содержание меди в бытовых сточных водах $C_{\text{быт Си}} = 0,03 \text{ мг/л}$.

Мышьяк в бытовых сточных водах отсутствует.

Эффективность удаления меди на биологических очистных сооружениях населенного пункта и ПДК в воде водного объекта (по данным табл. 2):

$A = 80\%$, $C_{\text{N}} = 1 \text{ мг/л}$; мышьяка – $A = 50\%$, $C_{\text{N}} = 0,05 \text{ мг/л}$.

Расчет допустимой концентрации меди.
По формуле (1) определяем:

$$C_{стСи} = 3 (1 - 0,2) + 0,2 = 2,5 \text{ мг/л};$$

по формуле (2):

$$C_{г.с.вСи} = \frac{2,6 \cdot 100}{100 - 80} = 13 \text{ мг/л},$$

но концентрация меди, допустимая для процесса биологической очистки, не может быть выше 0,5 мг/л (табл. 3), поэтому $C_{г.с.вСи}$ должно быть принято $C_{б.о.с} = 0,5 \text{ мг/л}$, вследствие чего следует пересчитать $C_{стСи}$:

$$C_{стиСи} = \frac{C_{б.о.сСи}(100 - A)}{100} = \frac{0,5(100 - 80)}{100} = 0,1 \text{ мг/л}.$$

С учетом найденного значения $C_{стСи}$ по формуле (3) находим $C_{п.с.вСи}$:

$$C_{п.с.вСи} = \frac{100000}{20000} (0,5 - 0,03) + 0,03 = 2,38 \text{ мг/л}.$$

Аналогично ведется расчет $C_{п.с.в}$ для мышьяка:

$$C_{стAs} = 0,05 \cdot 3 = 0,15 \text{ мг/л};$$

$$C_{г.с.вAs} = \frac{0,15 \cdot 100}{100 - 50} = 0,3 \text{ мг/л},$$

что выше допустимой для биологической очистки, так как $C_{б.о.сAs} = 0,1 \text{ мг/л}$.

Пересчитываем $C_{стAs}$:

$$C_{стAs} = \frac{0,1(100 - 50)}{100} = 0,05 \text{ мг/л}.$$

Затем определяем $C_{п.с.вAs}$:

$$C_{п.с.вAs} = \frac{100000}{20000} \cdot 0,1 = 0,5 \text{ мг/л.}$$

Полученные величины $C_{п.с.в}$ являются нормативными для всего бассейна канализования.

На основании величин $C_{п.с.в}$ и исходя из расхода производственных сточных вод определяется по формуле (5) допустимый сброс загрязняющих веществ от каждого предприятия.

Расход производственных сточных вод первого предприятия составляет, например, $5\ 000 \text{ м}^3/\text{сут}$. В сточных водах этого предприятия содержится медь и мышьяк. Допустимый сброс меди от этого предприятия в систему канализации населенного пункта составит:

$$P_{Si} = C_{п.с.вSi} \cdot q_n = \frac{2,38 \cdot 5000}{24} = 496 \text{ г/ч,}$$

мышьяка:

$$P_{As} = C_{п.с.вAs} \cdot q_n = \frac{0,5 \cdot 5000}{24} = 104,2 \text{ г/ч,}$$

что и должно отразиться в договоре между водопроводно-канализационным предприятием и первым предприятием.

Аналогично определяется допустимый сброс загрязняющих веществ от других промышленных предприятий.

Пример 3.

Расчет допустимых концентраций веществ в производственных сточных водах при однократном смешении очищенных городских сточных вод с водами водного объекта.

$$Q = 100000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$q = 40000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Смешение очищенных сточных вод с водами водного объекта $n = 1$.

Водный объект рыбохозяйственного водопользования.

В производственных сточных водах содержится железо, свинец и цинк, в водах водного объекта эти вещества отсутствуют.

Концентрация железа в бытовых водах достигает 0,85 мг/л, свинец и цинк в бытовых сточных водах отсутствуют.

Эффективность удаления железа на биологических очистных сооружениях и ПДК в воде водного объекта (по данным табл. 2): $A = 80\%$, $C_N = 0,3$ мг/л; свинца – $A = 50\%$, $C_N = 0,1$ мг/л; цинка – $A = 70\%$, $C_N = 0,01$ мг/л.

Тогда для железа:

$$C_{стFe} = C_N = 0,3 \text{ мг/л};$$

$$C_{г.с.вFe} = \frac{0,3 \cdot 100}{100 - 80} = 1,5 \text{ мг/л},$$

что ниже допустимой для биологической очистки;

$$C_{п.с.вFe} = \frac{100000}{40000} (1,5 - 0,85) + 0,85 = 2,5 \text{ мг/л}.$$

Для свинца:

$$C_{стPb} = C_N Pb = 0,1 \text{ мг/л};$$

$$C_{г.с.вPb} = \frac{0,1 \cdot 100}{100 - 50} = 0,2 \text{ мг/л},$$

что выше допустимой для биологической очистки;

$$C_{стPb} = \frac{0,1(100 - 50)}{100} = 0,05 \text{ мг/л};$$

$$C_{п.с.вPb} = \frac{100000}{40000} \cdot 0,1 = 0,25 \text{ мг/л}.$$

Для цинка:

$$C_{стZn} = C_N Zn = 0,01 \text{ мг/л};$$

$$C_{г.с.вZn} = \frac{0,01 \cdot 100}{100 - 70} = 0,033 \text{ мг/л,}$$

что ниже допустимой для биол. очистки;

$$C_{п.с.вZn} = \frac{100000}{40000} \cdot 0,033 = 0,0825 \text{ мг/л.}$$

Железо, цинк и свинец для воды водных объектов рыбохозяйственного водопользования нормируются по токсикологическому признаку. Поэтому их расчетные допустимые концентрации должны быть уточнены для обеспечения условия (4):

$$C_{п.с.вFe \text{ расч}} = \frac{C_{п.с.вFe}}{3} = \frac{2,5}{3} = 0,83 \text{ мг/л;}$$

$$C_{п.с.вPb \text{ расч}} = \frac{C_{п.с.вPb}}{3} = \frac{0,25}{3} = 0,08 \text{ мг/л;}$$

$$C_{п.с.вZn \text{ расч}} = \frac{C_{п.с.вZn}}{3} = \frac{0,083}{3} = 0,027 \text{ мг/л.}$$

Однако добиться очистки по цинку на уровне 0,027 мг/л сложно. Поэтому проводим расчет для железа, задав:

$C_{п.с.вZn} = 0,05$ мг/л и $C_{п.с.вPb} = 0,10$ мг/л,
с помощью уравнения (4):

$$\frac{C_{п.с.вFe \text{ расч}}}{C_{п.с.вFe}} + \frac{C_{п.с.вPb \text{ расч}}}{C_{п.с.вPb}} + \frac{C_{п.с.вZn \text{ расч}}}{C_{п.с.вZn}} = \frac{X}{5} + \frac{0,1}{0,25} + \frac{0,05}{0,08} = 1.$$

Откуда $X = C_{п.с.вFe \text{ расч}} = 0,175$ мг/л.

В каждом конкретном случае расчет $C_{п.с.в}$ по одному лимитирующему показателю ведется с учетом местных условий и возможностей предприятий.

Расчет допустимого сброса загрязняющих веществ с производственными сточными водами отдельных предприятий производится аналогично приведенному в примере 2.

7. ЗАДАНИЯ

Задание 1.

Рассчитать ПДС загрязняющих веществ в производственных сточных водах, не удаляемых в процессе биологической очистки, если:

$$Q = 500000 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$q = 50000 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

- 1) C_N хлорбензол = 0,02 мг/л, C_ϕ = 0,002 мг/л, $n = 3$;
- 2) C_N дихлорэтан = 2,0 мг/л, $C_\phi = 0$, $n = 2$;
- 3) C_N карбофос = 0,05 мг/л, C_ϕ = 0,001 мг/л, $n = 1$;
- 4) C_N пирогаллол = 0,1 мг/л, C_ϕ = 0,02 мг/л, $n = 2$;
- 5) C_N сульфаты(анион) = 500,0 мг/л, C_ϕ = 10,0 мг/л, $n = 2$;
- 6) C_N хлориды(анион) = 350,0 мг/л, C_ϕ = 15 мг/л, $n = 1$.

В бытовых сточных водах данные вещества отсутствуют.

Указанные вещества сбрасывают два предприятия.

Расход одного предприятия 5000, второго – 12000 м³/сут.

Задание 2.

Рассчитать допустимые концентрации веществ в производственных сточных водах при наличии смешения очищенных городских сточных вод с водами водного объекта.

Вариант	В производственных сточных водах содержатся вещества	Фактическая концентрация в воде водного объекта, C_ϕ мг/л
1	Барий	0,01
	Свинец	0,05
2	СПАВ (анион)	0,3
	Фталевая кислота	0,2
3	Железо	0,05
	Фенол	0,0005
4	Барий	0,01
	Фталевая кислота	0,2

Содержание в бытовых сточных водах ($C_{\text{быт}}$) установить по таблице 4.

$$Q = 300000 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$q = 18000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Водный объект хозяйственно-питьевого водопользования, $n = 4$, расход производственных сточных вод данного предприятия составляет $3000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Задание 3.

Рассчитать допустимые концентрации веществ в производственных сточных водах при однократном смешении очищенных городских сточных вод с водами водного объекта.

$$Q = 250000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$q = 25000 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$n = 3.$$

<i>Вариант</i>	<i>В производственных сточных водах содержатся вещества</i>	<i>Концентрация веществ в бытовых водах, мг/л</i>
1	Аммонийный азот	5,0
	Никель	0,3
	Фториды	0
2	СПАВ (анионные)	15,0
	Формальдегид	50,0
	Хром	0,5
3	Кадмий	0,05
	Фенол	5,0
	Цианиды	0
4	Аммонийный азот	5,0
	СПАВ (анионные)	15,0
	Кадмий	0,05

Водный объект рыбохозяйственного водопользования.

В водах водного объекта указанные вещества отсутствуют.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф. Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.
2. Методика расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами. ВНИИВО. Харьков, 1990. 113 с.
3. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. N 2609-82. М., 1982. С. 57.
4. Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1998. 145 с.
5. Основы общей промышленной токсикологии / Под ред. Н.А. Толоконцева, В.А. Филова. М.: Медицина, 1976. С. 10 – 12.
6. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие. 2-е изд. М.: Финансы и статистика, 2000. 672 с.
7. Шаприцкий В.Н. Разработка нормативов ПДВ для защиты атмосферы: Справ. изд. М., 1990. 416 с.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Основные обозначения и терминология в эколого-токсикологическом нормировании	3
2. Правовая основа расчета, установления и пересмотра предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в водные объекты.....	10
3. Методическая основа расчета, установления и пересмотра предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в водные объекты.....	12
4. Лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)	17
5. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах.....	21
5.1. <i>Порядок разработки и содержание «Правил приема производственных сточных вод в систему канализации населенного пункта»</i>	21
5.2. <i>Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах, сбрасываемых в системы канализации населенных пунктов</i>	24
6. Примеры расчета допустимых концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах, направляемых на очистные сооружения населенного пункта.....	30
7. Задания	36
Литература	38

Учебное издание

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ СБРОСЫ (ПДС)
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

*Методические указания
по эколого-токсикологическому нормированию*

Составители: **Рябухина** Елена Валерьевна
Куклева Ольга Федоровна
Стойкова Ольга Александровна

Редактор, корректор А.А. Антонова
Компьютерная верстка И.Н. Ивановой

Подписано в печать 28.11.2005 г. Формат 80×64/16.
Бумага тип. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,5.
Тираж 100 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет.
150 000 Ярославль, ул. Советская, 14.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ СБРОСЫ (ПДС)
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

