

### *Уважаемые читатели!*

*В нашем журнале неоднократно публиковались статьи специалистов научных и проектных институтов по вопросам разработки методических основ справочников НДТ. Учитывая необходимость широкого обсуждения разнообразных подходов, представленных сегодня в научных изданиях, редколлегия журнала «Водное хозяйство России» предлагает обсудить различные точки зрения по теме «Регулирование воздействий на окружающую среду при внедрении НДТ в практику управления природопользованием». Формат открытого обмена мнениями по дискуссионным вопросам разработки справочников и методик внедрения НДТ позволит совместными усилиями выработать в этом направлении эффективные решения. Приглашаем заинтересованных специалистов принять участие в обсуждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве НДТ, готовых справочников, документов и публикаций по обозначенной выше тематике.*

*Редколлегия*

УДК 556.114:502.654

## К ВОПРОСУ СРАВНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СПРАВОЧНИКОВ НДТ

© 2016 г. С.Д. Беляев

*ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург, Россия*

**Ключевые слова:** наилучшие доступные технологии, оценка воздействия на окружающую среду, сточные воды, поверхностные водные объекты, справочник НДТ.



С.Д. Беляев

В соответствии с распоряжением Правительства РФ в обеспечение требований российского законодательства, направленных на реализацию нормирования воздействий на окружающую среду на уровне наилучших доступных технологий (НДТ), в период 2015–2017 гг. должно быть разработано 47 отраслевых справочников НДТ. Десять из них разработаны и утверждены в 2015 г. Анализ текста одного из справочников – «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» подтвердил наличие существенных пробелов в методическом обеспечении установления НДТ.

Приводится анализ действующего российского нормативного и методического обеспечения разработки справочников НДТ и внедрения технологических нормативов в практику управления природопользованием, а также соответствующего европейского опыта. Рассматриваются вопросы сопоставительной оценки воздействия природопользователей на водные объекты при использовании различных технологий. Показана возможность использования распространенных европейских моделей оценки воздействий на окружающую среду, применяющихся при оценке жизненного цикла продукции.

Дан ряд рекомендаций и предложений, в числе которых – необходимость детальной доработки методического обеспечения разработки справочников НДТ. Приведены основные требования к такому обеспечению. Доработка методического обеспечения, проведенная на основе широкого обсуждения заинтересованными сторонами, направлена на повышение обоснованности НДТ при выпуске предусмотренных законодательством последующих редакций справочников НДТ.

В 2015 г. вступил в силу Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], призванный обеспечить внедрение в практику управления воздействиями на окружающую среду технологических нормативов, основанных на технологических показателях наилучших доступных технологий (НДТ) [2]. В соответствии с Распоряжением Правительства РФ [3] в 2015 г. разработано 10 из планируемых 47 отраслевых справочников НДТ. Однако анализ релевантных нормативных и методических документов, а также текстов утвержденных справочников дает основания утверждать, что в них имеются существенные пробелы и неопределенности, которые могут стать серьезным препятствием к достижению намеченных целей по сокращению негативного воздействия на окружающую среду. До начала фактического применения технологических нормативов остается, по меньшей мере, три года [1]. Еще есть время для отладки используемых инструментов на основе широкого и всестороннего обсуждения.

Проанализируем нормативно-методическое и научное обеспечение, а также первые попытки практической реализации важнейшего этапа выбора НДТ – сопоставительной оценки уровня негативного воздействия на окружающую среду. При этом ограничимся вопросами оценки воздействия на водные объекты сброса сточных вод, а в качестве примера будем использовать один из справочников НДТ: «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [4].

Ни для кого не секрет, что толчком к развитию регулирования воздействий на окружающую среду с использованием показателей НДТ в России

стала успешная реализация подобного подхода в Европе, начиная с Директивы 1996 г. по комплексному контролю и предотвращению загрязнения [5, 6]. Можно дискутировать по поводу адаптации европейских норм в российских условиях, но для отказа от использования двадцатилетнего опыта сопоставления технологий нет никаких оснований. По этой причине там, где это будет уместно, будут приведены российские и европейские подходы.

Напомним также, что использование аппарата НДТ является лишь частью так называемого комбинированного подхода [7], который включает еще и установление параметров целевого состояния водных объектов со сроками их достижения, разработку и реализацию бассейновых планов действий, принятие дополнительных мер в случае невозможности достижения целевого состояния при использовании параметров НДТ. Однако взаимообусловленность и связь этих компонентов комбинированного подхода пока не имеют достаточного нормативного и методического обеспечения в РФ [8].

Если говорить о критериях выбора НДТ, то в «Правилах определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [9] первый из них выглядит так: *«наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо соответствие другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации»*. При этом на вопрос: как именно сравнивать негативные воздействия? – в действующих нормативных и методических документах исчерпывающего ответа нет.

В Методических рекомендациях (МР) [10] имеются лишь некоторые общие предложения. Например, при сопоставлении воздействий на компоненты окружающей среды (в случае возможной вариативности направления нагрузки) предлагаются такие приоритеты (от наименьшей степени вредного воздействия на окружающую среду – к наибольшей):

- 1) размещение отходов;
- 2) сброс в водные объекты и загрязнение почвы;
- 3) выбросы в атмосферу.

В качестве первой прикидки, кажется, вполне логично. Но остается вопрос: по каким критериям сравнивать, например, тонну одного вещества, выброшенного в атмосферу, с тонной другого – сброшенного в водный объект? По степени воздействия на окружающую среду эти вещества могут существенно различаться. В МР ответа нет. Следовательно, решение этого сложнейшего вопроса ложится на экспертную группу по разработке справочника. Конечно, справочники НДТ до утверждения обсуждаются (размещаются в откры-

том доступе, согласуются в Технических рабочих группах и пр.), но какая-то объективная, согласованная с заинтересованными сторонами и официально утвержденная база для сравнения негативных воздействий при использовании различных технологий должна быть. И такая, единая для всех справочников база, должна быть официально утверждена. Иначе, учитывая лоббистские возможности представителей ведущих отраслей промышленности, мы рискуем получить справочники, которые не дадут ожидаемого импульса к снижению негативных воздействий на окружающую среду.

Если даже упростить задачу до выбора технологии, оказывающей наименьшее воздействие на один компонент окружающей среды (в нашем случае – на водные объекты), то и тут в МР нет никаких рецептов. Есть лишь общие и не вполне корректные рекомендации, например: *«проводить оценку опасности ... веществ для водных экосистем, в том числе их роль в процессах эвтрофикации и закисления водоемов».*

Нельзя вменять разработчикам справочников такие исследования. При их разработке должны использоваться имеющиеся научно обоснованные сведения по оценке воздействий тех или иных веществ на водные объекты и связанные с ними экосистемы. Справочники разрабатываются на достигнутом уровне информационного обеспечения. Научные исследования («оценки») идут своим чередом, а их результаты учитываются при выпуске последующих редакций справочников. Если авторы МР подразумевали «учитывать имеющиеся показатели опасности» (а не «проводить оценку»), то следовало бы так и написать, а также указать, как именно и какие показатели учитывать.

Насколько можно понять текст МР, при разработке справочников предлагается также проводить *«оценку качества водных объектов»* (п. 7.2.3), используя при этом в числе прочего *«совокупность критериев, оценивающих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику развития водных биоценозов».* Действующие объекты находятся в чрезвычайно разнообразных условиях, определяемых как природными особенностями, так и антропогенным воздействием. По этой причине последствия воздействий одной и той же технологии на водный объект могут существенно различаться (простейший пример: сброс одной и той же массы вещества в реки с разным расходом воды). Анализ состояния водных объектов ниже выпуска представляется совершенно непродуктивным при выборе технологии для включения в справочник НДТ. При разработке справочников достаточно сравнивать удельный (на единицу продукции и т. п.) сброс веществ в водные объекты с учетом имеющихся оценок их потенциальной опасности для биоты и человека. А допустимость сброса, осуществляемого на конкретном объекте, должна оцениваться при

утверждении Комплексного экологического разрешения (КЭР). Несколько упрощая, можно сказать: сначала требуем, чтобы сброс был «не хуже», чем при использовании НДТ, а если при этом не удовлетворяются требования по охране окружающей среды (нормативы качества, целевые показатели качества), то принимаются дополнительные (за пределами НДТ) меры. Именно такой подход закреплен в европейских директивах [5–7]. В российских нормативных документах по этому вопросу пока ясности нет [8].

В то же время учет поступления маркерных [1] веществ с забранной для технических нужд водой может оказаться необходимым для выделения и оценки собственно «технологического загрязнения» при сопоставительной оценке воздействий различных действующих технологий на водный объект.

Приведем полностью последний абзац п. 7.2.3 МР: *«При определении технологии в качестве НДТ рекомендуется проводить оценку, при которой может потребоваться моделирование разбавления отдельных загрязняющих веществ. Также может возникнуть необходимость рассмотрения эффектов, возникающих при совместном действии комбинации различных загрязняющих веществ. Кроме того, рекомендуется рассмотреть такие факторы, как тип водного объекта (река, озеро, прибрежные воды и т.д.), поток воды, доступной для разбавления загрязняющих веществ, фоновый уровень загрязнения, категория водопользования и прочее».*

Этот текст можно понять в смысле, противоречащем самой идее технического регулирования, суть которой – принудить применять технологии, обеспечивающие минимальное воздействие на окружающую среду. При этом технологии должны иметь подтвержденные примеры экономически жизнеспособного использования. Если такие технологии есть, какое значение имеет «*фоновый уровень загрязнения, категория водопользования и прочее*». При наличии/отсутствии фонового загрязнения будем разрешать применять не лучшую технологию? Будем подбирать НДТ для каждого выпуска на основе индивидуальных исследований? Тогда неизбежно придем к тому, от чего пытаемся уйти – некорректной, слабо формализуемой, не поддающейся простому администрированию и контролю процедуре определения условий водопользования, не гарантирующей улучшения состояния водных объектов. Принципиально, что при выборе НДТ для справочника оценивается потенциальное воздействие, выраженное в легко измеряемых показателях (например, в килограммах условного загрязняющего вещества на единицу продукции), а не реальное воздействие в конкретных условиях (последнее должно учитываться при выдаче КЭР).

Учет «*эффектов, возникающих при совместном действии комбинации различных загрязняющих веществ*» – чрезвычайно сложная научная проблема, результаты решения которой (при наличии) могут использоваться

при определении общих правил сопоставления технологий при составлении справочников НДТ. Но эта задача должна решаться не при составлении справочников, а до того. Совершенно не понятны причины, по которым при установлении НДТ может потребоваться «моделирование разбавления отдельных загрязняющих веществ», так же, как и способы такого моделирования, непонятно, как и для чего учитывать «поток воды» и пр.

На самом деле, процитированный отрывок является почти дословным переводом фрагмента текста европейского справочника REF-ЕСМ (п. 2.5.3.2) [11]. Однако смысл этого замечания в оригинале состоял не в том, что при разработке справочников могут потребоваться перечисленные действия. Они могут понадобиться лишь при оценке фактического антропогенного воздействия при обосновании КЭР и только в случаях, когда есть подозрение, что применение технологий с показателями не хуже НДТ может нанести неприемлемый ущерб окружающей среде, либо когда оценивается технология, отсутствующая в справочнике. При этом, учитывая общие положения [6], обязанность доказывания того, что предлагаемая технология не хуже НДТ, или того, что неприемлемого воздействия не будет, лежит на владельце объекта. Таким образом, к составлению справочников НДТ все эти действия не имеют никакого отношения. Они могут войти в рекомендации по решению спорных ситуаций при выдаче КЭР.

Можно констатировать: текст МР не дает ответа на вопрос «как сравнивать воздействие?», напротив, «затуманивая» проблему. При этом в п. 3 предусматривается возможность использования европейских аналогов при составлении справочников НДТ. Думается, что указание на документ REF-ЕСМ [11] в качестве рекомендуемой методической основы разработки справочников НДТ существенно прояснило бы ситуацию. В REF-ЕСМ подробно описаны процедуры сравнения технологий и по экологическим, и по экономическим показателям, приведены характеристические коэффициенты воздействий на окружающую среду для большого числа веществ и пр. Этот документ, в числе немногих, переведен на русский язык [12]. Осторожное отношение российских специалистов к европейским справочникам НДТ (BREF) обусловлено, по всей видимости, устоявшимся мнением о существенной разнице в технологических и экономических условиях ЕС и России. Однако эти различия не препятствуют использованию собственно методики сравнения технологий.

Для использования европейского опыта сопоставления технологий существует еще одно легальное основание – российские ГОСТы. Имеется в виду аппарат оценки воздействий на окружающую среду, применяемый при оценке жизненного цикла продукции (ОЖЦ-ЛСА), ставшей неотъемлемой частью экологического менеджмента в Европейском союзе [13].

ОЖЦ регулируется серией международных стандартов ISO 1404X. Часть из этих стандартов уже получила статус национального стандарта России: ГОСТ Р ИСО №№14040-14044, 14048 (ИСО/ТС). Подходы ОЖЦ к оценке воздействий на окружающую среду (ОВЖЦ) в применении к производственному процессу могут быть использованы при выборе НДТ. За последние два десятилетия в Европе разработаны и опробованы на практике справочные и руководящие документы по инвентаризации, количественному описанию и сопоставлению воздействий на окружающую среду (например, [14–16]). Эти документы используются при разработке как LCA, так и BREF. На эти же руководящие документы ссылается вступивший в силу с 1 января 2016 г. ГОСТ Р 56269-2014/ISO/TR 14047:2012. Нет причин не опереться на результаты многолетних работ европейских коллег при условии, что такая возможность предусмотрена.

Один из приемов ОВЖЦ – подразделение воздействий на окружающую среду на семь категорий:

- изменение климата (глобальное потепление);
- истощение озона стратосферы;
- образование фотооксиданта;
- закисление (кислотные дожди);
- эвтрофикационная нагрузка;
- токсичность для человека;
- экологическая токсичность (токсичность для биоты, экотоксичность).

Для сопоставления степени воздействия различных веществ (здесь и далее под веществом будем подразумевать также и интегральные показатели качества, такие как ХПК и пр.) используются рассчитанные на основании той или иной методики (модели) характеристические коэффициенты. К непосредственным воздействиям на водные объекты наиболее применимыми категориями являются эвтрофикация, экотоксичность и токсичность для человека.

Например, показатель эвтрофикационного воздействия (ЭП) сточных вод на водный объект при применении некоторой технологии выражается так:

$$\text{ЭП} = \sum_i KЭ_i \cdot m_i, \quad (1)$$

где  $i$  – номер вещества;

$KЭ_i$  – характеристический коэффициент эвтрофикационного воздействия  $i$ -го вещества;

$m_i$  – масса  $i$ -го вещества, сброшенная в водный объект за определенный период времени (например, за год).

Для определения характеристических коэффициентов и в BREF, и в ГОСТ Р 56269-2014 рекомендовано использовать данные из [15] (табл. 1).

**Таблица 1.** Характеристические коэффициенты эвтрофикационного воздействия (КЭ, в фосфатном эквиваленте: кг PO<sub>4</sub> экв/кг)

Вещество	CAS	КЭ
Азот	77-27-37-9	4,2E-01
Аммоний-ион	14798-03-9	3,3E-01
Нитрат-анион	14797-55-8	1,0E-01
Нитрит-анион	10102-44-0	1,3E-01
Фосфаты	7664-38-2	1,0E+00
Фосфор	7723-14-0	3,1E+00
ХПК	–	2,2E-02

*Примечание:* CAS – идентификатор вещества в реестре Chemical Abstracts Service; запись 4,2E-01 означает  $4,2 \cdot 10^{-1} = 0,42$ .

Аналогично рассчитывается показатель экотоксикологического воздействия:

$$\text{ЭТП} = \sum_i \text{КЭТ}_i \cdot m_i. \quad (2)$$

Для примера приведем значения характеристических коэффициентов экотоксичности (КЭТ) для ряда веществ из [14] (табл. 2).

**Таблица 2.** Характеристические коэффициенты экотоксичности при сбросе веществ в водные объекты (КЭТ, в 1,4 дихлорбензольном эквиваленте: кг 1,4 ДХБ экв/кг)

Вещество	CAS	КЭТ
Хром (3 <sup>+</sup> )	16065-83-1	6,9E+00
Хром (6 <sup>+</sup> )	18540-29-9	2,8E+01
Медь (2 <sup>+</sup> )	15158-11-9	1,2E+03
Мышьяк (5 <sup>+</sup> )	17428-41-0	2,1E+02
Кадмий (2 <sup>+</sup> )	22537-48-0	1,5E+03
Свинец (2 <sup>+</sup> )	14280-50-3	9,6E+00
Ртуть (2 <sup>+</sup> )	14302-87-5	1,7E+03
Никель (2 <sup>+</sup> )	14701-22-5	3,2E+03
Фенол	108-95-2	2,4E+02
Цинк (2 <sup>+</sup> )	23713-49-7	9,2E+01



В упомянутых ГОСТах и европейских руководствах имеются предложения и примеры по сопоставлению, нормированию, «взвешиванию» приведенных и других показателей воздействия на окружающую среду по алгоритмам инвентаризации воздействий, оценке достоверности результатов, способам сопоставления и пр. Весь этот аппарат и накопленный опыт следует в полной мере использовать при подготовке справочников НДТ.

Следует особо подчеркнуть, что при оценке совокупного негативного воздействия ряда антропогенных факторов на окружающую среду нет абсолютных решений ввиду чрезвычайной сложности задачи. Такие оценки основываются на определенных упрощениях и имеют большую долю условности.

Но возможная ошибка не представляет прямой угрозы окружающей среде по двум причинам. Во-первых, применение технологических нормативов на действующих объектах не допускает повышения уровня воздействия на окружающую среду по сравнению с достигнутым, а вводу в эксплуатацию новых объектов предшествует [1] процедура оценки воздействия на окружающую среду, следовательно, объекты, не удовлетворяющие требованиям охраны окружающей среды, не могут быть введены в действие. Во-вторых, в рамках комбинированного подхода с определенной периодичностью оценивается состояние водного объекта и в случае недостижения целевых показателей должны предприниматься дополнительные меры. Как уже было отмечено, данный важнейший фактор пока слабо отражен в действующих нормативных документах. Предложения по устранению этого пробела можно найти в [8].

Российские специалисты могут сделать аргументированный выбор из ряда применяемых в настоящее время моделей оценки воздействий на окружающую среду. При этом следует учесть, что модель [14] широко используется, несмотря на то, что имеет статус авторской. В то же время модель USEtox, обновленная в 2015 г. до версии 2.0 [17], официально одобрена UNEP/SETAC (Программа ООН по окружающей среде/Общество экологической токсикологии и химии) и рядом других авторитетных международных организаций и институтов. Полное название модели: «The UNEP/SETAC scientific consensus model for characterizing human toxicological and ecotoxicological impacts of chemical emissions in life cycle assessment», на русский можно перевести как «Полученная на основе научного консенсуса модель для характеристики токсических воздействий химических выбросов на человека и окружающую среду при оценке жизненного цикла». Разработчики USEtox так же, как и [14], представляют в свободном доступе необходимые базы данных и программное обеспечение [17, 18].

Вообще в российской периодике использование инструментов ОЖЦ при определении НДТ имеет лишь единичные упоминания [19–21]. Российские

специалисты предлагают свои подходы для сопоставительной оценки воздействия на окружающую среду.

Приведем основные.

1) ЕВ – единицы воздействия [22]. Потенциальная опасность воздействия на окружающую среду оценивается с помощью «единиц воздействия» (ЕВ). Одной ЕВ соответствуют различные массы веществ, размещаемых в компонентах окружающей среды: чем вещество более опасно, тем больше ЕВ содержится в единице его массы. В [22] предлагается использовать значения ЕВ, принятые в Германии [23]. При этом в [22] отмечается ограниченность немецкого перечня веществ. Заметим, что эта ограниченность связана с тем, что ЕВ в Германии используются для иных целей, а именно – для определения размера платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Сама же идея, по существу, не отличается от оценки потенциала воздействия, при этом  $\frac{1}{ЕВ}$  играет роль характеристических коэффициентов. Вопрос, почему авторы [22] решили опереться на [23] с весьма ограниченным перечнем веществ и коэффициентами, предназначенными для других целей, а не на [17, 18], остается открытым.

2) ПАН – показатель антропогенной нагрузки [22]. Для оценки воздействий сточных вод на водный объект при выборе НДТ предлагается использовать так называемую условную водоемкость, т. е. объем воды, необходимый для «разбавления конкретного объема сточных вод до значения показателя, удовлетворяющего определенным требованиям (целевому показателю, стандарту качества воды)... ПАН представляет не что иное, как требуемую кратность разбавления до безвредного содержания аналита-маркера:

$$ПАН_i = \Phi_i \cdot C_i \quad (3)$$

где  $\Phi_i$  – фактор воздействия;  $\Phi_i = 1/ЦП_{iНДТ}$ ;  $ЦП_{iНДТ}$  – целевое значение аналита-маркера по  $i$ -му виду воздействия, мг/усл.дм<sup>3</sup>, экологически регулируемое, стремящееся к реально достижимой величине при реализации НДТ и удовлетворяющее условиям неухудшения состояния водного объекта;  $C_i$  – концентрация аналита-маркера, отражающего определенный вид воздействия, мг/дм<sup>3</sup>».

Для оценки общей нагрузки при использовании той или иной технологии ПАН<sub>i</sub> суммируются по видам воздействия:

$$ПАН = \sum_{i=1}^n ПАН_i = \sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot C_i \quad (4)$$

Формула (4) аналогична (1) и (2): от одной к другой можно перейти с помощью тривиальных преобразований. Однако есть принципиальное

отличие в способе вычисления характеристического коэффициента. Например, в [14] при оценке токсичности он рассчитывается как  $\frac{1}{PNEC}$ , где  $PNEC$  – прогнозная безопасная концентрация.  $PNEC$ , несмотря на некоторые методологические различия, можно считать аналогом ПДК<sub>рх</sub> [24]. Нежелание авторов [22] опираться на значения российских ПДК<sub>рх</sub> при расчете характеристических коэффициентов можно объяснить общепризнанными недостатками расчета нормативов допустимых сбросов на основе достижения значений ПДК<sub>рх</sub> в контрольном створе (отсутствие учета природных особенностей и пр.) [25]. Однако при разработке справочников НДТ не решается задача определения допустимости сброса того или иного вещества в конкретных условиях, а сравниваются альтернативные технологии по потенциалу воздействия, который определяется массой поступающих в окружающую среду веществ (удельной массой) с учетом их опасности в рамках различных категорий воздействия. Для такого сравнения хороша любая научно обоснованная база. ПДК<sub>рх</sub>, при дополнительном учете различий факторов воздействия и придании им соответствующих «весов», не является исключением. Но еще раз подчеркнем, использование ПДК<sub>рх</sub> при разработке справочников НДТ ничем не предопределено. Если ПДК<sub>рх</sub> не устраивают, можно использовать значения характеристических коэффициентов из [17, 18].

В [22] в качестве базы сравнения технологий используются ЦП<sub>НДТ</sub>, приводятся значения этого показателя для нескольких «видов воздействия». Однако механизм расчета (назначения?) не прояснен, а само определение этого термина, данное авторами, представляется не вполне корректным. Если ЦП<sub>НДТ</sub> соответствуют значениям концентраций, которые могут быть достигнуты при внедрении НДТ, то как их можно установить до определения НДТ (в процессе разработки справочника)? Что значит «удовлетворяющее условиям неухудшения состояния водного объекта»? Условия на конкретных водных объектах очень разные, и «неухудшение» состояния должно регулироваться не на уровне разработки справочников НДТ, а на уровне выдачи КЭР конкретному водопользователю. Если проектируемый к вводу в эксплуатацию объект в соответствии с [1] даже с технологией «не хуже» НДТ не обеспечивает выполнения требований по охране окружающей среды, то КЭР не выдается.

Использование концентраций  $C_i$ , а не масс веществ при сопоставлении технологий также представляется недостаточно обоснованным. Во-первых, появляется соблазн «добавить воды» для разбавления в технологический процесс. Во-вторых, с точки зрения воздействия на окружающую среду именно масса вещества, поступившая в водный объект за единицу време-

ни, является определяющей (по крайней мере за пределами зоны смешения). Конечно, в некоторых случаях, например, при сравнении технологий очистки сточных вод, поступивших в централизованную систему водоотведения поселения, масса веществ «на входе» остается за пределами регулирования самого процесса очистки. В подобных случаях следует более детально подходить к классификации объектов по «внешнему» фактору. Для централизованного водоотведения в роли такого фактора может выступать эквивалентное число жителей (ЭЧЖ) (см. ГОСТ 25150-82). При этом ЭЧЖ может использоваться не только для классификации, но и для нормирования: при сравнении технологий могут сопоставляться удельные (по ЭЧЖ) массы веществ, поступающие в водный объект.

Развиваемые авторами [22] подходы могут быть полезны при определении условий водопользования для конкретного предприятия (в рамках согласования КЭР), в процессе доказывания того, что используемая им технология «не хуже», чем НДТ из справочника.

Кроме того в [22] переоценивается роль ПАН как характеристики условной водоемкости, годной для условной оценки «достаточности» водных ресурсов. Простой пример. Имеем в сбросе два вещества. При этом  $C_1 = C_2 = 1 \text{ мг/дм}^3$ ,  $\Phi_1 = 2$ ;  $\Phi_2 = 2 \text{ дм}^3/\text{мг}$ . Тогда по формуле (4) получаем ПАН = 4, т. е. в соответствии с интерпретацией [26] для разбавления до безопасного (целевого) уровня на 1 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод надо 4 тыс. м<sup>3</sup> «условной» воды. Хотя очевидно, что разбавления вдвое – вполне достаточно.

ПАН – лишь инструмент сравнения технологий. Не следует придавать ПАН хоть какой-то физический смысл (по крайней мере, если  $n > 1$ ). Полагаем, что именно из-за стремления предотвратить физическую трактовку даже характеристических коэффициентов в [14, 18] их значения приводятся в безразмерных долях характеристического коэффициента для одного из веществ (табл. 2).

3) ИПКО – интегральный показатель качества очистки. Этот показатель используется в проекте справочника НДТ [4]. Он отличается от ПАН только фиксированным перечнем веществ и способом обоснования значений целевых показателей. Формула расчета аналогична:

$$\text{ИПКО}_{\text{ЦТП}i} = \frac{C_i}{C_{\text{ЦТП}i}}, \quad (5)$$

$$\text{ИПКО}_{\text{ЦТП}} = \sum_i^n \text{ИПКО}_{\text{ЦТП}i}, \quad (6)$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го вещества ( $i = 1, \dots, n$ ), мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{\text{ЦТП}i}$  – значение целевого технологического показателя (ЦТП) для вещества  $i$ , мг/дм<sup>3</sup>.

Предложенный перечень веществ (табл. 3) практически совпадает с перечнем веществ для оценки эвтрофикационной опасности (табл. 1).

**Таблица 3.** Значения целевых технологических показателей

Вещество	$C_{\text{ЦТП}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$1/C_{\text{ЦТП}}$ , дм <sup>3</sup> /мг	$1/C_{\text{ЦТП}}$ в фосфатном эквиваленте <sup>3)</sup>
Азот общий <sup>1)</sup>	10,00	0,10	0,15
Аммоний-ион	1,29 <sup>2)</sup>	0,78	1,19
Нитрат-анион	35,40 <sup>2)</sup>	0,03	0,04
Нитрит-анион	0,33 <sup>2)</sup>	3,04	4,64
Фосфаты	1,53 <sup>2)</sup>	0,65	1,00
Фосфор общий <sup>1)</sup>	0,50	2,00	3,06
БПК <sub>5</sub>	3,00	0,33	0,51
ХПК	30,00	0,03	0,05
Взвешенные вещества	5,00	0,20	0,31

*Примечания:*

- 1) в оригинале предлагается использовать показатели по этим веществам только на объектах, на которые распространяются международные обязательства (ХЕЛКОМ и пр.);
- 2) значения для ионов получены из исходной таблицы пересчетом;
- 3) значения в последнем столбце получены делением значений второго столбца на значение  $1/C_{\text{ЦТП}}$  для фосфатов, приводятся для удобства сравнения;
- 4) в таблице приведены округленные значения, однако все необходимые вычисления проводились с использованием всех знаков, по этой причине результаты операций, произведенных над числами в таблице, могут отличаться от приведенных во 2 и 3 столбцах значений.

Значения ЦТП получены на основе статистической обработки данных фактической очистки сточных вод на двухстах очистных сооружениях с применением различных технологий. Принцип присвоения значений  $C_{\text{ЦТП}}$  в [4] не до конца прояснен, но, насколько можно понять,  $C_{\text{ЦТП}}$  примерно соответствуют нижнему квартилю распределения соответствующих значений при использовании сооружений с биологическим удалением азота и фосфора. Но это – детали, главное то, что технологии сравниваются не по степени воздействия на окружающую среду, а по степени отклонения от некоторого эталона очистки сточных вод. При учете того, что эти отклонения могут происходить за счет различных показателей воздействия (например, в одном случае за счет превышения показателей по нитритам, а в другом –

по фосфатам), последствия для водных объектов при одинаковом суммарном отклонении могут существенно различаться, например, по опасности эвтрофирования. Это значит, что результат такого сравнения может оказаться не в пользу технологии, оказывающей наименьшее воздействие на окружающую среду.

Для иллюстрации приведем парные соотношения характеристических коэффициентов из табл. 1 (табл. 4) и четвертого столбца табл. 3 (табл. 5).

**Таблица 4.** Парные соотношения характеристических коэффициентов эвтрофикационной опасности

Наименование показателя	Аммоний-ион (0,33)	Нитрат-анион (0,10)	Нитрит-анион (0,13)	Фосфаты (1,00)	ХПК (0,02)
Аммоний-ион (0,33)	1,00	3,30	2,54	0,33	15,00
Нитрат-анион (0,10)	0,30	1,00	0,77	0,10	4,55
Нитрит-анион (0,13)	0,39	1,30	1,00	0,13	5,91
Фосфаты (1,00)	3,03	10,00	7,69	1,00	45,45
ХПК (0,02)	0,07	0,22	0,17	0,02	1,00

**Таблица 5.** Парные соотношения аналога характеристических коэффициентов из проекта справочника НДТ

Наименование показателя	Аммоний-ион (1,19)	Нитрат-анион (0,04)	Нитрит-анион (4,64)	Фосфаты (1,00)	ХПК (0,05)
Аммоний-ион (1,19)	1,00	27,44	0,26	1,19	23,26
Нитрат-анион (0,04)	0,04	1,00	0,01	0,04	0,85
Нитрит-анион (4,64)	3,91	107,27	1,00	4,64	90,91
Фосфаты (1,00)	0,84	23,14	0,22	1,00	19,61
ХПК (0,05)	0,04	1,18	0,01	0,05	1,00

Как видим, соотношения потенциальной опасности веществ, вычисленные по данным из справочника [4] существенно отличаются от научно обоснованных [14, 18]. Так, например, по справочнику (исходя из значений  $C_{цтпн}$ ) нитрит-анион в пять раз «опаснее» фосфатов, а по [14] фосфаты в восемь раз «опаснее» нитрит-аниона (по эвтрофикационной нагрузке), и т. п. Таким образом, ИПКО, используемый для сравнения технологий с целью выбора (а после утверждения справочника – с целью оценки соответствия) НДТ, не просто не учитывает различия в воздействии веществ на окру-

жающую среду, но придает этим веществам веса, противоречащие их потенциальной опасности. Это никак не соответствует основному принципу выбора НДТ – обеспечение наименьшего уровня негативного воздействия на окружающую среду.

Проведенный анализ подходов к оценке воздействия на окружающую среду при выборе НДТ позволяет сделать следующие выводы и предложения.

– Подготовка справочников НДТ большая наукоемкая работа, которую невозможно в столь сжатые сроки (например, по [3] около 1 года для справочника [4]) полноценно выполнить Техническими рабочими группами (ТРГ), какими бы широкими и уважаемыми ни были их составы (заметим, что в ТРГ 10 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» входит более 70 участников, представленных ведомствами, институтами, водоканалами, производственными объединениями и пр.).

– Справочники НДТ должны разрабатываться на унифицированной и детальной методической основе – методических указаниях.

Предлагается:

- провести разработку, широкое обсуждение и утверждение методических указаний;
- при разработке методических указаний в части оценки потенциально-го воздействия на окружающую среду в максимально возможной степени использовать данные получивших широкое распространение и одобрение зарубежных моделей [17, 18], а также процедур сравнения, описанных в ГОСТ Р серии ИСО 1404Х (включая ГОСТ Р 56269-2014/ISO/TR 14047:2012);
- справочники, разработанные в 2015 г., использовать при разработке методических указаний для анализа пробелов и недостатков в методическом обеспечении;
- по возможности откорректировать график утверждения справочников НДТ, сдвинув сроки утверждения на конец 2018 г., что не противоречит срокам, установленным Федеральным законом [1].

– Разработка методических указаний так же, как и справочников НДТ, должна проводится компетентными научными и проектными институтами в условиях максимальной открытости для обсуждения промежуточных и конечных результатов. ТРГ выполняют функцию экспертизы справочников НДТ и служат площадкой для устранения разногласий заинтересованных сторон. И, без сомнения, в числе ответственных участников такой работы должно быть Минприроды России. Это очевидное замечание вызвано тем, что по Распоряжению Правительства РФ [3] из 47 справочников НДТ, которые должны быть разработаны за 2015–2017 гг., только в шести Минприро-

ды России фигурирует как один из ответственных исполнителей. По рассмотренному нами справочнику [4] Минприроды России ответственным исполнителем не является.

– Подготовка к реализации принципов технологического нормирования не исчерпывается выпуском справочников НДТ. Не менее важной и сложной задачей является методическое обеспечение принятия решения о выдаче КЭР. Схематично эту задачу можно разбить на четыре подзадачи:

- оценка действующей (или предлагаемой) технологии с точки зрения соответствия технологическим нормативам;
- оценка состояния окружающей среды;
- оценка актуального и прогнозируемого (после выполнения Программы повышения экологической эффективности [1]) воздействия объекта (заявителя на КЭР) на окружающую среду;
- алгоритм принятия решения о выдаче КЭР на основе результатов проведенных оценок.

В настоящее время ни по одному из перечисленных пунктов нет узаконенного решения. Например, нет ясного механизма оценки предлагаемой заявителем на КЭР технологии, при которой перечень поступающих в окружающую среду веществ не совпадает с перечнем, представленным в соответствующем технологическом нормативе. В таком случае, по всей видимости, надо сравнивать не удельные показатели (типа килограмм на тонну продукции), а потенциалы воздействия (как интегральные показатели). Следует нормативно закрепить точность (округление) показателей при сравнении. От такой «мелочи» может зависеть судьба предприятия. Всякая неопределенность порождает опасность коррупции. Анализ имеющихся в нашем распоряжении данных позволяет выдвинуть предложение: при сопоставлении удельных сбросов веществ в водный объект достаточно ограничиться точностью в два старших десятичных разряда (пример:  $2852,45 = 2,9 \cdot 10^3$ ).

Оставшиеся три из перечисленных выше подзадач подробно обсуждаются в [8].

В настоящей статье не затронуты вопросы оценки экономической эффективности при выборе НДТ. Они также требуют методической проработки. При этом следует четко определить последовательность оценки: сначала выбираются лучшие технологии по потенциалу воздействия (неразличимые в пределах выбранной точности оценки), а только затем оцениваются требуемые затраты. Вообще, при условии обязательного внедрения на двух российских предприятиях [9] технологии, рассматриваемой в качестве претендента на НДТ (заметим, что в европейской Директиве [6] подобных требований нет), оценка затрат (приведенных экологических за-



трат [27]) при составлении справочника НДТ теряет смысл. Если на двух предприятиях успешно используется – значит, технология жизнеспособна. Этот тезис становится еще более убедительным, если учесть, что в справочниках НДТ объекты разбиваются на подгруппы (по мощности и пр.), и для каждой подгруппы определяются отдельные НДТ [4].

И, напротив, информация по оценке затрат на внедрение НДТ может быть полезна для природопользователя при разработке Программы повышения экологической эффективности [1], а для контролирующих органов – при оценке затрат, которые идут в зачет при начислении платежей за загрязнение окружающей среды [1]. Повышенное внимание к потенциальным расходам природопользователей при отсутствии должной методической и информационной базы приводит к тому, что в качестве НДТ выбираются не лучшие (из успешно функционирующих!), а «приемлемые» (по соображениям авторов справочника) технологии [28].

Работа по реализации [1] предстоит большая. Европейцы уже по меньшей мере двадцать лет разрабатывают справочники НДТ. При должном использовании накопленного опыта нам потребуется гораздо меньше времени. Но торопиться, все-таки, не стоит.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).
2. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с учетом всех поправок ФЗ-219, в т.ч. не вступивших в силу). Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).
3. Поэтапный график создания в 2015–2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий. Утв. Распоряжением Правительства РФ от 31.10.2014, № 2178-р). Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).
4. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 10-2015 // Бюро НДТ, Москва, 2015. 377 с. Режим доступа: <http://burondt.ru/informacziya/dokumentyi> (дата обращения: 11.01.2016).
5. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control // EUR-Lex / Official J. L 257, 10/10/1996, P. 26–40. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu> (дата обращения: 14.12.2015).
6. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast) // EUR-Lex / Official J. of the EC, L334, 17.12.2010, P. 17–119. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu> (дата обращения: 14.12.2015).

7. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // EUR-Lex / Official J. of the EC, L327, 22.12/2000, P. 1–73. Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu> (дата обращения: 14.10.2015).
8. *Беляев С.Д.* Достижение баланса между технологическими возможностями и экологическими требованиями в свете новаций законодательства // Наука и практика водного хозяйства. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2014. С. 224–244.
9. Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям. Утв. Постановлением Правительства РФ от 23. 12. 2014, № 1458. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2015).
10. Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии. Утв. Приказом Минпромторга России от 31.03.2015 № 665. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
11. Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. Integrated Pollution Prevention and Control. July 2006 // ЕС. Режим доступа: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ecn\\_bref\\_0706.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/ecn_bref_0706.pdf) (дата обращения: 14.10.2015).
12. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. Экономические аспекты и вопросы воздействия на различные компоненты окружающей среды, 2006 г. Режим доступа: <http://ecoline.ru/bref-economic> (дата обращения: 10.12.2015).
13. *Уланова О.В., Старостина В.Ю.* Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/kratkiy-obzor-metoda-otsenki-zhiznennogo-tsikla-produktsii-i-sistem-upravleniya-othodami#ixzz3sIRqVVSL> (дата обращения: 01.12.2015).
14. *Guinée J.B., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., de Koning A., van Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H.A., de Bruijn H., van Duin R., Huijbregts M.A.J.* Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. // Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 p. Режим доступа: <http://media.leidenuniv.nl/legacy/new-dutch-lca-guide-part-2a.pdf> (дата обращения: 20.11.2015).
15. *Heijungs R., Guinée J.B., Huppes G., Lankreijer R.M., Udo de Haes H.A., Wegener Sleeswijk A., Ansems A.M.M., Eggels P.G., van Duin R., de Goede H.P.* Environmental life cycle assessment of products: Guide and Backgrounds // Centre of Environmental Science, Leiden University, the Netherlands. 1992.
16. *Huijbregts M.A.J., U. Thissen J.B., T.Jager, D. van de Meent, Ragas A.M.J., Wegener Sleeswijk A., L. Reijnders.* Toxicity assessment of toxic substances in life cycle assessment. I: Calculation of toxicity potentials for 181 substances with the nested multi-media fate, exposure and effect model USES-LCA. // Chemosphere. 2000. 41. P. 541–573.

17. *Fantke P. (Ed.), Huijbregts M., Margni M., Hauschild M., Jolliet O., McKone T.E., Rosenbaum R.K., van de Meent D.* USEtox® 2.0 User Manual (Version 2). 2015. Режим доступа: <http://usetox.org> (дата обращения: 20.11.2015).
18. CMLCA. Chain Management by Life Cycle Assessment (software). Режим доступа: <http://cml.leiden.edu/software/software-cmlca.html> (дата обращения: 20.11.2015).
19. *Копыльцова С.Е., Кочегарова Т.С.* Определение наилучшей доступной технологии производства биоразлагаемой упаковки на основе анализа экологического жизненного цикла // Мат-лы III Молодежного эколог. конгр. «Северная Пальмира». СПб.: СПб ЦЭБ РАН, 2011.
20. *Бондаренко В.И., Еременко О.В., Третьякова Ю.В.* Алгоритм выбора наилучшей доступной технологии // Вестник МИТХТ, 2011. Т. 6. № 4. С. 113–115.
21. *Копыльцова С.Е.* Создание информационно-справочной системы по наилучшим доступным технологиям в пищевой промышленности на основе экологической оценки жизненного цикла // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2013. № 4. [Электронный ресурс]: <http://www.economics.ihbt.ifmo.ru>.
22. *Оболдина Г.А., Сечкова Н.А., Попов А.Н., Поздина Е.А.* Методы оценки комплексного воздействия технологий при водопользовании // Водное хозяйство России. 2014. № 2. С. 33–49.
23. Водный сектор в Германии. Методы и опыт / под ред. К.У. Рудольфа, Т. Блока. Берлин-Бонн-Виттен, сентябрь 2001. 151 с. Режим доступа: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2754.pdf> (дата обращения: 13.11.2015).
24. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утв. Приказом Росрыболовства от 18.01.2010 № 20. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.10.2015).
25. *Беляев С.Д.* К вопросу о нормировании водопользования // Водное хозяйство России. 2004. Т. 6. № 5. С. 445–459.
26. *Оболдина Г.А., Попов А.Н.* Исследования вопросов технического регулирования водопользования // Наука и практика водного хозяйства. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2014. С. 399–423.
27. *Касимова Е.М., Оболдина Г.А.* Эколого-экономическое обоснование выбора технологий при регулировании водопользования // Водное хозяйство России. 2014. № 2. С. 50–59.
28. *Беляев С.Д.* Справочник НДТ. Заметки на полях // Водоочистка. Подготовка. Водоснабжение. 2016. № 2. С. 10–20.

#### **Сведения об авторе:**

Беляев Сергей Дагобертович, канд. техн. наук, член-корр. Академии водохозяйственных наук РФ, заведующий отделом, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГБУ РосНИИВХ), Россия, 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: [belyaev@wrgm.ru](mailto:belyaev@wrgm.ru)