ЗЕЛЁНЫЙ
ТУМАН

ЗЕЛЁНЫЙ ТУМАН

МОСКВА
2023

УДК 504.03
ББК 30.69

Рецензенты:

А. В. Малков, доктор технических наук, профессор кафедры «Зелёная химия для устойчивого развития» Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева

Т. О. Толстых, доктор экономических наук, профессор кафедры индустриальной стратегии Национального исследовательского технологического университета МИСИС

Зелёный туман / под редакцией к.т.н М. В. Бегака — М.: ООО ФИД «Деловой экспресс», 2023.
152 с., ил.

ISBN 978-5-89644-163-2

Специальное издание «Зелёный туман» — это четвёртый выпуск альманаха ситуационных исследований, объединённых под названием «Зелёные проекты». Авторы исследований предприняли попытку систематизации и обобщения отечественного опыта, полученного в процессе экспертной оценки нескольких сотен программ повышения экологической эффективности, заявок на комплексные экологические разрешения и инвестиционных проектов, претендовавших на статус зелёных. Результаты исследований, представленные в этой публикации, помогут читателям избежать ошибок при составлении заявок на инвестиционные проекты, а также позволят ответственным инстанциям находить правильные решения в сфере корпоративных инвестиций и мер государственной поддержки, что будет способствовать повышению их качества и эффективности.

Специальное издание «Зелёный туман» адресовано широкому кругу читателей и будет полезным как студентам и аспирантам, так и практикам, представляющим промышленные предприятия, и лицам, принимающим решения.

УДК 504.03
ББК 30.69

© ФГАУ «НИИ «ЦЭПП», 2023
© Р. А. Исмаилов, 2023
© В. С. Петросян, М. Н. Юрин, 2023
© А. С. Малявин, В. П. Иванов, 2023
© Е. Н. Потапова, В. А. Гузь, 2023
© Ю. Н. Бурвикова, Е. В. Веницианов, 2023
© И. О. Тихонова, Р. А. Мальцев, О. Б. Латонова, 2023
© С. Н. Бобылёв, Д. О. Скобелев, 2023
© А. А. Волосатова, Е. В. Кузьмина, А. В. Матушанский, 2023
© Оформление ООО ФИД «Деловой экспресс», 2023

ISBN 978-5-89644-163-2

ИНСТИТУТ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»
АСМС
ИВП РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
СПб ФИЦ РАН
РОССИЙСКИЙ СОЮЗ ХИМИКОВ
РХТУ им. Д.И. Менделеева
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ имени М. В. Ломоносова
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ 1930

ЗЕЛЁНЫЙ ТУМАН

МОСКВА
2023

Содержание

01.

К читателям 7
В. А. Фетисов

02.

Зелёный туман, камуфляж или гринвошинг 9
Р. А. Исмаилов

Социально-экологическая ответственность 22
Неосознанный гринвошинг 28
Вынужденный гринвошинг 34
Намеренный гринвошинг 40

03.

Ситуационные исследования

Чудеса химии 48
В. С. Петросян, М. Н. Юрин

Ответственное производство минеральных удобрений 62
А. С. Малявин, В. П. Иванов

Что такое цемент, зачем он нужен и как его производят: факты и заблуждения 77
Е. Н. Потапова, В. А. Гузь

Очистка сточных вод: взаимодействие заинтересованных сторон 93
Ю. Н. Бурвикова, Е. В. Веницианов

Производственные сточные воды: вопросы эколого-технологического нормирования 107
И. О. Тихонова, Р. А. Мальцев, О. Б. Латонова

К вопросу эффективности инвестиций 119
С. Н. Бобылёв, Д. О. Скобелев

Зелёные проекты: таксономия и критерии оценки 133
А. А. Волосатова, Е. В. Кузьмина, А. В. Матушанский

01

К читателям

Вячеслав Александрович Фетисов,
депутат Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации, председатель Центрального совета Всероссийского общества охраны природы

Уважаемые коллеги, друзья!

Книга, которую вы держите в руках, — это четвёртый выпуск альманаха ситуационных исследований, объединённых под названием «Зелёные проекты». Основное отличие этого издания в том, что в нём сделана попытка систематизации и обобщения опыта, полученного в процессе экспертной оценки нескольких сотен программ повышения экологической эффективности, заявок на комплексные экологические разрешения и инвестиционные проекты, претендовавшие на статус зелёных. Работы, которые проводились Бюро наилучших доступных технологий в течение четырех лет (с 2019 по 2022 год), наглядно показали, что англоязычный термин «гринвошинг» (“greenwashing”) требует перевода на русский язык. Явления, обозначаемые этим термином, весьма разнообразны и имеют много инкарнаций в современной практике. Поскольку в русском языке устоявшегося эквивалента ещё нет, мы решили назвать наше исследование «Зелёный туман».

Чтобы не впасть в алармизм и критиканство, мы пригласили к обсуждению этого явления специалистов различного профиля, которые так или иначе по роду профессиональной деятельности сталкиваются с проявлениями затуманивания истинной картины ресурсной и экологической эффективности действующих и проектируемых производств, а также состояния социально-экологических и природных систем.

Несмотря на то, что все приведенные в книге примеры имеют реальные прототипы, это исследование ни в коей мере не связано с желанием кого-либо разоблачить. Мы не приводим названия реальных объектов потому, что цель свою видим в привлечении внимания к самому явлению затуманивания, в демонстрации масштабов его проникновения в образ мыслей администраторов. Знание анатомии необходимо для того, чтобы поставить в каждом конкретном случае правильный диагноз, на основании которого можно будет выработать подходы к эффективному избавлению от этого вредного недуга.

Более того, мы исходим из убеждения, что данное явление далеко не всегда злонамеренно. Порой из-за небрежного анализа ситуации, использования поверхностных суждений при выработке позиции или принятии решения гринвошинг становится доминирующим элементом поведенческого стереотипа лица, принимающего решение. Бывает, что в такую ловушку попадают менеджеры, которые в стремлении безусловно следовать авторитету продолжают настаивать на изначально ошибочных оценках того или иного действия или проекта.

Признавать такие ошибки очень непросто, поэтому необходимо проявить особую осторожность и такт, чтобы привлечь внимание облечённых ответственностью работников и дать им возможность найти выход из того положения, в котором они оказались из-за желания «просто и быстро» решить сложные экологические проблемы, которые накапливались десятилетиями.

У финансовых структур — инвестиционных фондов, банков и других организаций — появилась концепция окрашивания инвестиций в зелёный цвет. И термин «гринвошинг» («зелёный камуфляж») появился для обозначения стремления выглядеть лучше реальности, казаться зеленее.

Диалектическое противоречие «быть vs казаться» обострилось.

Появились стандарты открытой отчётности с требованиями к экологической информации, но они не обеспечили снижения рисков манипулирования фактами и численными данными и создания псевдозелёной репутации различных организаций.

Явление гринвошинга стало широко распространённым в различных областях социально-экономической жизни по всему миру. Оно встречается в сфере политических дебатов и общественных обсуждений, при принятии решений о государственных и корпоративных инвестициях, при реализации мероприятий экономической политики и контрольно-надзорной деятельности.

Поэтому нами предпринята попытка систематизации и классификации причин и симптомов гринвошинга — зелёного тумана.

Надеемся, что результаты исследований, представленные в этой публикации, помогут читателям избежать ошибок при составлении заявок на инвестиционные проекты, а также позволят ответственным инстанциям находить правильные решения в сфере корпоративных инвестиций и мер государственной поддержки, что будет способствовать повышению их качества и эффективности.

Зелёный туман, камуфляж или гринвошинг

02

Уровень ответственности

02.1 *Социально-экологическая ответственность*

02.2 *Неосознанный гринвошинг*

02.3 *Вынужденный гринвошинг*

02.4 *Намеренный гринвошинг*

Зелёный туман, камуфляж или гринвошинг

Рашид Айдынович Исмаилов,
глава Российского экологического общества, председатель Общественно-экспертного совета по национальному проекту «Экология»

Введение и определение основных понятий

Стремление казаться, а не быть, — один из самых распространённых недугов, которыми страдают как личности, так и организации. Преувеличение собственных успехов и умалчивание проблем и неудач — достаточно удобная линия поведения, но только в краткосрочной перспективе. Тайное так или иначе становится явным, беспочвенные заявления и потёмкинские деревни не выдерживают проверки временем; остаётся только неприятный осадок и жёсткий вопрос: «Почему мы сразу не разгадали приёмы лицедеев, как дали себя обмануть?»

Учитывая постоянно растущее внимание к проблемам состояния окружающей среды и изменения климата и ожидания общества, требующего «озеленить» экономику, многие организации стремятся продемонстрировать свою социально-экологическую ответственность или приверженность принципам ESG — Environmental Social Governance. Но демонстрировать не всегда значит следовать.

Некоторые компании, для того чтобы занять новые привлекательные рыночные ниши, повысить спрос на собственную продукцию, красноречиво рассказывают о высокой ресурсной и экологической эффективности, чистоте, ответственности и непогрешимости во всём. Временами это следствие редактирования материалов интернет-сайтов, интервью и заметок в прессе ретивыми журналистами, но зачастую — результат намеренного затуманивания мозгов участникам рынка — потребителям, клиентам, общественности, государственным органам.

Понятие, обозначающее пускание пыли в глаза доверчивой публике и государству, появилось сначала в английском языке: *greenwashing (гринвошинг)*, что можно примерно перевести как «отмывание дозелена», немного громоздкий термин, но люди, знакомые с историей, тут же вспомнят и практику вайтвошинга, отбеливания репутации разнообразных политических деятелей через рекламные публикации в многотиражных газетах и интернете, и сети прачечных, выстроенных в 1920–1930-х гг. в крупнейших городах Восточного побережья улыбчивыми джентльменами с благозвучными итальянскими фамилиями.

Гринвошинг, или зелёный камуфляж, — это довольно распространённое явление. В 2020 г. в Европе было проведено исследование, согласно результатам которого почти половина сетевых заявлений об исключительной экологичности и зелёной окраске промышленной деятельности или продукции оказались ложными или преувеличенными [1].

С уходом многих зарубежных оценщиков и систем сертификации может постепенно уйти и гринвошинг. Действительно, репутация многих проектов, многих «экологичных» продуктов была искусственно раздута (раскрашена в зелёные тона) просто в порядке продвижения брендов, в реальности же компании часто скрывали за громкими заявлениями отсутствие каких-либо успехов в достижении экологических целей. Гринвошеры маскируют неблаговидные дела за красивыми презентациями по корпоративной социальной ответственности: провели субботник, на который пригласили двести человек, собрали несколько мешков мусора, а потом красиво отчитались, показав себя как «эко-френдли». А на самом деле, если посмотреть, как компании выполняют природоохранные требования или как они настроены на выполнение требований расширенной ответственности производителя, мы увидим, что риторика менеджмента расходится с делом.

Авторы статей нынешнего выпуска альманаха на реальных (но обезличенных) примерах анализируют ситуацию с необоснованной экологической саморекламой в России и обсуждают мотивы гринвошинга, как намеренного, так и ненамеренного. Чтобы облегчить задачу читателя, который, конечно же, стремится сформировать собственное мнение и занять взвешенную позицию, рассмотрим сначала цели и задачи гринвошинга (или зелёного камуфляжа), разберём его основные приёмы и подходы, а также сгруппируем предприятия по степени ответственности за экологические результаты их деятельности и представление их в разнообразных заявлениях, отчётах, публикациях в печатных и электронных средствах массовой информации.

Идолы, туманящие сознание

В научный оборот в России термин «гринвошинг» (или «зелёный камуфляж») вошёл в начале 2010-х гг.

Строгое определение гласит, что зелёный камуфляж — это намеренное введение потребителя в заблуждение касательно продукции и этапов её производства с целью получения коммерческой выгоды без заботы об окружающей среде, о жизни и здоровье потребителя [2]. Цель такого камуфляжа — получение репутационной и (или) финансовой выгоды от манипулирования общественным мнением относительно бизнес-практики компании, преимуществ продукта или услуги [3], а задачи заключаются в формировании положительного образа компании, бренда и продукта, якобы соответствующих природоохранному законодательству, экологическим нормам и ожиданиям людей.

Чаще всего недобросовестные предприятия либо камуфлируют (подтягивают до лучших, впечатляющих значений) показатели ресурсной и экологической эффективности деятельности организации, либо «озеленяют» производимую продукцию. Примером гринвошинга на уровне организации может служить кампания «Экологические впечатления» (Ecomagination), развернутая General Electric, чтобы продемонстрировать якобы внедрённые экологические практики. В то же самое время менеджмент компании лоббировал отказ от введения Агентством по охране окружающей среды США новых требований к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Примером гринвошинга на уровне продукта (услуги) стало неправомерное присвоение знака энергоэффективности Energy Star десяти моделям холодильников корейской компании LG, вовсе не отличавшимся высокой энергоэффективностью [4].

Почему мы склонны доверять необоснованным заявлениям? Что затуманивает наш взгляд?

Один из философов эпохи Возрождения писал, что сознание людей пятнают, затуманивают идолы. Попробуем и мы использовать этот образ и описать группу наиболее часто встречающихся идолов, туманящих наш разум [5, 6, 7].

1. *Идол скрытого компромисса*. Предприятие заявляет об исключительно зелёном характере продукции, описывая небольшое число специально подобранных признаков, но не обращая внимания на важные экологические проблемы. Бумага, например, не обязательно предпочтительна с экологической точки зрения только потому, что она производится из устойчиво заготавливаемого леса. Не менее важны и другие особенности процесса производства целлюлозы и бумаги, такие как использование (или напротив, отказ от использования) элементарного хлора при отбелке.

2. *Идол отсутствия доказательств*. Компания публикует экологическое заявление, которое не подтверждено (и не может быть подтверждено) ясной и доступной информацией или сертификатом третьей, незаинтересованной стороны. Если в заявлении содержатся численные показатели, они должны быть подтверждены ссылками на аналитические отчёты, результаты измерений и др. Полезен и сравнительный анализ — если лучше, то чего? Средних показателей по отрасли? По региону? Или собственных показателей, достигнутых в прошлые годы? Если ссылок и разъяснений нет, то с высокой вероятностью перед нами попытка зелёного камуфляжа.

3. *Идол расплывчатости (туманности)*. Здесь речь идёт о заявлении или утверждении, лишённом конкретики, так что его реальное значение может быть неправильно понято потребителем. «Абсолютно экологически чистое производство» — типичный пример такого подхода. Во-первых, нет такого понятия — «экологически чистый». Есть производство более чистое, с более значительными результатами в области рачительного использования природных ресурсов, сокращения негативного воздействия на окружающую среду, чем большая часть аналогичных производств. И опять: нужны количественные показатели, а не туманные заявления о том, что теоретически химическую реакцию можно провести и вовсе без образования отходов или выбросов вредных веществ. «Абсолютно экологически чистое производство» возможно в той же степени, что и надёжная работа вечного двигателя в доме культуры где-нибудь на Алтае, где шукшинский Моня Квасов пытался собрать его лет шестьдесят назад.

4. *Идол поклонения фальшивым этикеткам*. Продукт, который посредством ложного предположения или изображения, похожего на сертификацию, вводит потребителей в заблуждение, заставляя думать, что он прошёл процесс экологической сертификации. Примером может служить бумажное полотенце, на упаковке которого есть изображение, похожее на сертификат, в котором утверждается, что продукт «вносит вклад в борьбу с глобальным потеплением». Другие примеры включают зелёный жаргон, такой как «экологически безопасный» и «экологически предпочтительный». Впрочем, об этикетках, сертификатах, декларациях мы уже говорили. Будем надеяться, что с уходом с российского рынка многих органов по сертификации, инициировавших псевдозелёный бум, поклонение этикеткам тоже пойдёт на спад.

5. *Идол неуместности*. Экологическое заявление, которое может быть правдивым, но неважным или бесполезным для потребителей, ищущих экологически предпочтительные продукты. Распространённым примером является заявление о том, что продукция, например холодильник, «не содержит фторхлоруглеродов», несмотря на то, что современные про-

изводители вовсе не используют фреон (фторхлоруглерод). Чем-то напоминает песок, который продавали благородные жулики доверчивым жителям небольших американских городков, чтобы исключить взрывы керосиновых ламп.

«– А когда ты за пятьдесят центов продаёшь бедной женщине щепотку песка, чтобы предохранить её лампу от взрыва, в какую сумму ты исчисляешь её валовой доход? Песок-то, не забудь, стоит сорок центов тонна.
– Пойми, — сказал я, — я учу её хорошенько чистить лампу и вовремя подливать керосину. Если она исполнит мой совет, лампа не взорвётся. А когда у неё есть песок, она знает наверняка, что взрыва не будет, и одной заботой у неё меньше».

О'Генри. Кто выше

6. *Идол лжи*. Здесь мы переходим к экологическим заявлениям, которые просто-напросто ложны, причём, что характерно, от первого до последнего слова.

Ещё одну классификацию гринвошинга предложили в Planet Tracker — некоммерческом финансовом аналитическом центре. Так, согласно отчёту центра, выпущенному в начале 2023 г., шестиглавая «гидра гринвошинга» подразделяется на типы, представленные в таблице 1 [8].

Таблица 1 — Классификация гринвошинга

Название	Раскрытие сути понятия
Зелёная толпа — *greencrowding*	Попытка «скрыться» среди «толпы» других компаний и не попасть под административное воздействие контролирующих органов за несоответствие природоохранному законодательству
Зелёная подсветка — *greenlighting*	Маркирование только зелёных сторон хозяйственной деятельности компаний, целью которого является отвлечение внимания от наносящей ущерб окружающей среде деятельности (например, описание планов декарбонизации производства при росте выбросов и сбросов загрязняющих веществ и увеличении ресурсоёмкости производства)
Зелёный стрелочник — *greenshifting*	Попытка переложить ответственность за нерациональное, чрезмерное использование ресурсов вверх или вниз по цепочке создания стоимости (чаще всего ответственность перекладывается на потребителей)

Название	Раскрытие сути понятия
Навешивание зелёных ярлыков — *greenlabelling*	Практика отделов маркетинга компаний, вводящих заинтересованные стороны в заблуждение в части экологичности продукции или деятельности путём распространения рекламных или просто безответственных заявлений
Зелёное полоскание — *greenrinsing*	Регулярная смена целей в области устойчивого развития (например, перенос сроков выполнения реконструкции производства или природоохранных мероприятий)
Зелёное замалчивание — *greenhushing*	Занижение показателей, характеризующих ресурсоёмкость производства и (или) эмиссии загрязняющих веществ, или сокрытие информации

В альманахе мы сфокусируем внимание именно на практике производственной деятельности различных предприятий, обсуждать свойства продукции не станем. Во-первых, о продукции говорят все — производители, рекламщики, продавцы, покупатели. Но это только вершина айсберга. А начинается всё с добычи и преобразования ресурсов, с потерь сырья, материалов, энергии, воды, с выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. И если практика (назовём её экологической) далека от соответствия требованиям природоохранного законодательства и уж тем более — от достижения лучших результатов и реализации добровольных программ, то продукцию никак нельзя считать зелёной и даже зеленоватой.

Действующее законодательство в России устанавливает ряд требований к ответственному промышленному производству, главным из которых, пожалуй, является соответствие хозяйственной деятельности принципам наилучших доступных технологий (НДТ). НДТ представляют собой совокупность технологических, технических и управленческих решений, направленных на повышение ресурсной и экологической эффективности промышленности экономически целесообразными способами. НДТ — это движущая сила эколого-технологической модернизации промышленности, обеспечения высокой эффективности и конкурентоспособности производства, достижения национальных целей развития, сокращения негативного воздействия на окружающую среду [9].

В России применение НДТ обязательно для всех крупных промышленных предприятий, отнесённых к I категории негативного воздействия на окружающую среду (объекты

I категории), то есть потребляющих значительное количество ресурсов и производящих большие объёмы продукции [10]; к этой категории отнесена большая часть компаний химической, металлургической (чёрная и цветная металлургия), горнодобывающей, нефте- и газохимической, целлюлозно-бумажной промышленности, предприятия, которые производят цемент, известь, керамику и стекло [11], а также объекты теплоэнергетики и жилищно-коммунального хозяйства (водоканалы).

С 2019 г. в рамках внедрения НДТ объекты I категории готовят обоснования и получают комплексные экологические разрешения (КЭР), к середине 2023 г. выдано более 150 КЭР, всего же такой документ должны получить более 6200 российских предприятий [12]. Если предприятие не отвечает требованиям НДТ, то оно обязано разработать и поэтапно реализовать программу эколого-технологической модернизации производственных процессов (программу повышения экологической эффективности), позволяющую добиться соответствия НДТ или даже лучших результатов.

Соответствие принципам НДТ и достижение высокой ресурсной эффективности — это также требование, которое должны соблюдать компании, которые претендуют на получение государственной поддержки [11]. Во всех случаях систему координат для оценки результатов уже осуществляемой деятельности или разрабатываемых проектов и программ задают информационно-технические справочники (ИТС) по наилучшим доступным технологиям. В этих справочниках описаны технологические процессы и технические решения, из числа которых выделены наилучшие доступные технологии. Важно, что в ИТС установлены технологические показатели эмиссий (выбросов и сбросов загрязняющих веществ) и показатели ресурсной эффективности (характеризующие потребление сырья, энергии, воды, вспомогательных материалов и др.). То есть в ИТС есть ответы на вопросы о том, что такое хорошо и как этого добиться.

С 2019 г. число проектов, направленных на улучшение ресурсной и экологической эффективности, последовательно возрастает. Одновременно расширяется и практика открытой отчётности в области устойчивого развития. Информация, которая становится доступной заинтересованным сторонам, конечно же, необходима для принятия взвешенных, продуманных решений. Вспомним, что ещё в 2017 г. в Российской Федерации была утверждена Концепция развития публичной нефинансовой отчётности. В распоряжении Правительства подчёркнуто, что назначение такой отчётности состоит в предоставлении организациями *значимой, полной, своевременной, точной, сбалансированной, сопоставимой, надёжной и объективной информации* об их деятельности; при этом информация должна охватывать экономические, экологические, социальные аспекты и функционирование систем менеджмента [13]. Запомним эти

слова, они нам очень пригодятся при обсуждении практики экологической деятельности предприятий.

Авторы статей, собранных в нашем альманахе, анализируют и проектную документацию, и материалы открытой отчётности, и различные программы, подготовленные отечественными предприятиями. Есть документы очень серьёзные, но есть и шум, на фоне которого приходится улавливать, выделять сигналы, говорящие об ответственности или, увы, безответственности тех, кто информацию готовил и распространял, кто принимал решения о поддержке псевдолидеров и горлопанов. Что же, в жизни бывает всякое. Человеку свойственно ошибаться, заблуждаться; главное, чтобы мы все вместе искали и находили пути перехода из зоны туманной неопределённости в зону социально-экологической ответственности (рисунок 1).

Шкала экологической ответственности

Шкалу экологической ответственности мы будем использовать для того, чтобы читатель знал, о какой группе компаний и о каких инструментах гринвошинга рассказывается в той или иной статье альманаха.

1. В качестве эталона, может быть, чуть идеализированного, представим собирательный образ компании, которая берёт на себя ответственность за достижение высокой ресурсной и экологической эффективности на протяжении всего жизненного цикла производства продукции и её использования. Это удобно сделать на примере отрасли химических удобрений: трудно представить себе человека, который бы ничего не знал об удобрениях и не слышал о том, что они используются для повышения урожайности самых различных культур. *Ответственные лидеры формируют первую группу организаций*, и чаще всего информация об их деятельности отвечает требованиям промышленной политики, она является значимой, полной, своевременной, точной, сбалансированной, сопоставимой, надёжной и объективной, а охватывает как экономические, так и социально-экологические аспекты деятельности компаний. Компании-лидеры активно взаимодействуют с отраслевыми образовательными и научно-исследовательскими организациями, поддерживают местные сообщества. Часто объекты I категории, принадлежащие лидерам, не только выполняют требования НДТ, но и превосходят их. Об ответственных компаниях рассказывали авторы статей в прошлых выпусках альманаха («Зелёные кейсы» и «Зелёные проекты»).

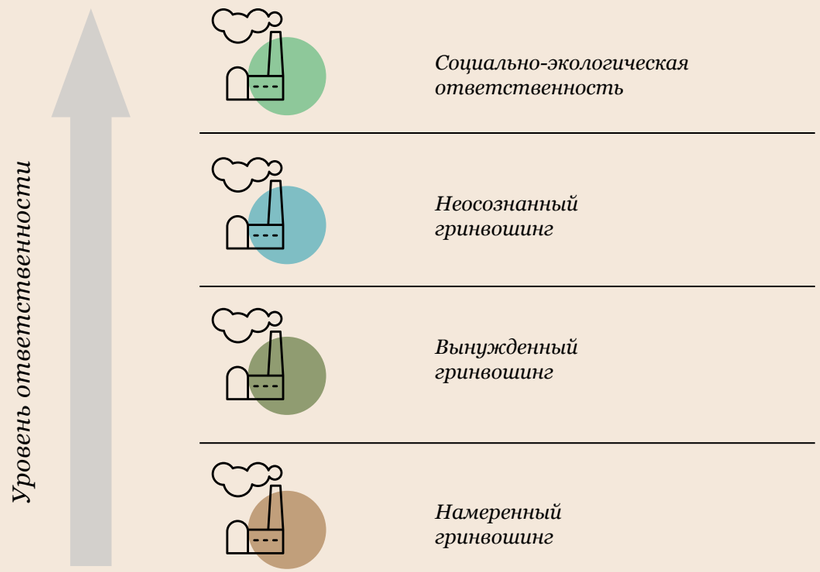


Рисунок 1 — Шкала экологической ответственности. Рисунок составлен автором

2. *Вторая*, самая многочисленная группа компаний, — это просто хорошие предприятия, которые, может быть, и не занимают первых мест на конкурсах устойчивости и ответственности, но тем не менее достигают соответствия НДТ за счёт грамотной модернизации производства, повышения ресурсной и экологической эффективности технологических процессов или установки средозащитной техники. Таких объектов в России очень много; среди них есть и крупнейшие компании, и небольшие фабрики и заводы, которые производят продукцию, необходимую для экономики нашей страны. В поездках по регионам, на конференциях и семинарах приходится встречать сотни добросовестных руководителей, инженеров, экологов. В расчёте на них и задумывался переход на НДТ, основной постулат которых состоит в том, что добросовестным должно быть выгодно. Добросовестные объекты I категории освобождаются от платы за негативное воздействие на окружающую среду, обусловленное выбросами и сбросами маркерных веществ в пределах технологических показателей. Добросовестные предприятия инвестируют в Программу повышения экологической эффективности (ППЭЭ), реализуют программы производственного экологического контроля, повышают квалификацию персонала. Если

и есть в чём иногда упрекнуть такие предприятия, так это в недостаточной работе с населением, в ряде случаев проистекающей из недостатка времени или непонимания важности разъяснения людям, живущим поблизости от объекта промышленности, особенностей производства и степени соответствия предприятия природоохранным требованиям. Да и не упрекать надо, а советовать, рассказывать об опыте лидеров, разрабатывать методические рекомендации, устраивать семинары и тренинги, что по мере сил мы и делаем. В альманахе мы будем упоминать такие объекты лишь вскользь, но их опыт детально проанализирован и чётко представлен в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям. Статьи о некоторых предприятиях второй группы также можно найти в прошлых выпусках альманаха («Зелёные кейсы» и «Зелёные проекты»).

3. Компании *третьей группы*, словно «Слепые» Питера Брейгеля, бродят в тумане по незнанию, из-за невнимательности или банальной неосведомлённости о современных решениях, позволяющих сократить негативное воздействие на окружающую среду и повысить ресурсную эффективность производства. Поэтому и руководство таких предприятий, и сотрудники искренне удивляются, когда, например, узнают, что на свежепостроенном заводе, позиционируемом менеджментом как прогрессивное и экологичное производство, используются технологические решения, от которых давно отказались если не все, то очень многие компании отрасли. Кто ввёл проектировщиков и менеджеров в заблуждение? Что стало соблазном? Дешевизна оборудования? Учёт исключительно сиюминутных финансовых показателей проекта и отказ от независимой экспертной оценки? Наверное, мы узнаем об этом, только когда заблуждающиеся предприятия будут готовить проекты программ повышения экологической эффективности к заявке на комплексные экологические разрешения.

4. *Четвертая группа* компаний сознательно использует приёмы гринвошинга для того, чтобы подсветить зелёным один, специально выбранный технологический процесс, одну установку, одно техническое решение в надежде, что остальное ускользнёт от взгляда как инспектора, так и общественного эколога-активиста. Временами такие предприятия рассказывают, например, об установке новых фильтров для очистки отходящих газов, в то время как технологические процессы характеризуются образованием значительного количества загрязнённых сточных вод, а очистных сооружений как не было пять лет назад, так нет и поныне. Нередко компании подобного рода громко заявляют об участии в национальных экологических проектах и программах и, будем справедливы, даже что-то делают, но эта деятельность чаще всего используется для того, чтобы за суетой и громкими воззваниями ко граду и миру скрыть низкий уровень экологической ответственности (и, конечно, ресурсной и экологической эффективности производства).

5. *Пятую группу* в классификации занимают мастера напустить зелёного тумана, которые сознательно вводят заинтересованные стороны в заблуждение относительно экологических аспектов деятельности предприятия. Они говорят об исключительном ярко-зелёном характере своей деятельности, а когда реальные показатели свидетельствуют об обратном, кивают на поставщиков, партнёров, абонентов, а то и вовсе — на несовершенство природоохранного законодательства.

Но и они не безнадёжны. Помните рассказ Константина Паустовского «Кот-ворюга»? Несносный кот постоянно воровал улов у рыбаков и был совершенно неуловим. Но однажды его всё же удалось поймать.

«Лёнька схватил кота за шиворот и поднял над землёй. Мы впервые его рассмотрели как следует.
– Что же нам с ним делать?
– Выдрать! — сказал я.
– Не поможет, — сказал Лёнька. — У него с детства характер такой. Попробуйте его накормить как следует.
Кот ждал, зажмурив глаза.
Мы последовали этому совету, втащили кота в чулан и дали ему замечательный ужин: жареную свинину, заливное из окуней, творожники и сметану.
Кот ел больше часа. Он вышел из чулана пошатываясь, сел на пороге и мылся, поглядывая на нас и на низкие звёзды зелёными нахальными глазами…
С этого дня он у нас прижился и перестал воровать. На следующее утро он даже совершил благородный и неожиданный поступок».

К.Г. Паустовский. Кот-ворюга

Да, можно было бы выдрать безответственных гринвошеров, но надёжнее предложить им достойные решения — организационные, технологические, инженерные. Организовать повышение квалификации кадров, провести консультации с участием экспертов и заинтересованных сторон. Помочь разобраться в сложных формулах и параграфах нормативных правовых актов. Да мало ли что ещё можно придумать! Главное — об этом надо думать, разрабатывать и апробировать подходы, которые могут и должны быть применимы в наших условиях, обсуждать их с общественностью и реализовывать.

Тормозить те экологические реформы, которые начаты в России, никто не собирается, бизнес должен получить ясный сигнал: «Останавливать работу по выполнению природоохранных обязательств неприемлемо». Общество всё видит и считывает. Например, люди, которые живут в городах, участвующих в федеральном проекте «Чистый воздух» (41 город), воспринимают разговоры об ослаблении природоохранной диктатуры настороженно, потому что долго ждали принятия мер по снижению загрязнения воздуха. Мы должны постоянно помнить о том, что всё запланированное будет обязательно выполнено.

Итак, мы начинаем рассказ о зелёном тумане, который зачастую мешает разглядеть настоящие результаты деятельности предприятий в области охраны окружающей среды и повышения ресурсной эффективности производства, в сфере взаимодействия с органами власти субъектов Российской Федерации и экологической общественностью. Статьи подготовлены авторами, которые в течение многих лет собирают, анализируют и публикуют материалы отраслевой и региональной направленности. Ситуации в альманахе обсуждаются, конечно, разные, но общая направленность единая:

- не казаться, а быть;
- не тешить себя приятными заблуждениями, а опираться на реальные показатели и экспертную оценку;
- от безответственных заявлений переходить к ответственному производству;
- не скрываться в тумане фраз о зелёных намерениях, а постепенно, планомерно становиться более эффективными, экологичными, зелёными;
- не противостоять друг другу, а искать общие позиции, стремиться к конструктивному взаимодействию и консенсусу.

Литература

1. Screening of websites for ‘greenwashing’: half of green claims lack evidence // European Commission [Электронный ресурс]. — URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_269
2. Притужалова О.А. Истинно экологический маркетинг и «псевдо-зелёный» маркетинг — гринвошинг // Экологический вестник России. — 2015. — № 5. — С. 39–43.
3. Гринвошинг // Записки маркетолога [Электронный ресурс]. — URL: https://www.marketch.ru/marketing_dictionary/marketing_terms_g/greenwashing/ (дата обращения: 25.01.2023).
4. Delmas M., Burbano V. (2011) The drivers of greenwashing // Calif Manag Rev 54(1):64–87. — URL: https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64
5. TerraChoice (2010) The sins of greenwashing: home and family edition. — URL: http://sinsofgreenwashing.org/findings/the-seven-sins/.
6. Baum L. (2012) It’s Not Easy Being Green … Or Is It? A content analysis of environmental claims in magazine advertisements from the United States and United Kingdom. Environ Commun 6(4):423–440. — URL: https://doi.org/10.1080/17524032.2012.724022
7. Scanlan S. (2017) Framing fracking: scale-shifting and greenwashing risk in the oil and gas industry. Local Environ 22(11):1311–1337. — URL: https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1345877
8. ‘Greenwashing hydra’: New report warns of six types of greenwashing from corporates // Edie. [Электронный ресурс]. — URL: https://www.edie.net/greenwashing-hydra-new-report-warns-of-six-types-of-greenwashing-from-corporates/ (дата обращения: 30.01.2023).
9. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ Об охране окружающей среды // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2002 г. — № 2 — ст. 133.
10. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2398 // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2021. — № 2. — Ст. 447.
11. Перечень областей применения наилучших доступных технологий: распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2014 № 2674-р // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2015 г. — № 1 (Часть III). — ст. 399.
12. Экологичное производство // Официальный сайт AKKERMANN CEMENT. — URL: https://www.akkermann.ru/ekologichnoe-proizvodstvo/
13. Об утверждении Концепции развития публичной нефинансовой отчетности и плана мероприятий по ее реализации: распоряжение Правительства Российской Федерации от 05.05.2017 № 876-р // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2017 — № 21 (Часть II). — ст. 3037.

Свобода — это осознанная необходимость.

Г.В.Ф. Гегель. Философия духа

02.1 Социально-экологическая ответственность

Экологический реализм

Это так называемый универсальный круговой самоходный посадочный комбайн… Этот комбайн срезает траву, потом вспахивает землю плугом, сажает зёрна при помощи имеющейся внутри механической сажалки и, наконец, боронит. Но это ещё не всё… Срезанная трава поступает внутрь комбайна. Там она измельчается, растирается, смешивается с химическим удобрением и тут же зарывается в землю, благодаря чему образуется так называемое комбинированное удобрение, очень полезное для растений. Вместе с удобрением в землю при вспашке вносится активированная подкормка, которая содействует более быстрому произрастанию растений, благодаря чему нам удаётся собирать два, три и даже четыре урожая за лето.

Н.Н. Носов. Незнайка в Солнечном городе

Сорок лет тому назад советские химики предложили открыть первую в стране кафедру промышленной экологии. Споры были жаркие. «Почему в химико-технологическом институте? Ведь люди инстинктивно боятся химии, хемиофобия всё загубит, не придут к нам абитуриенты», — вздыхали скептики. «Именно в химико-технологическом, потому что без химии немыслима жизнь человека, без химических процессов нельзя обеспечить предотвращение и сокращение негативного воздействия на окружающую среду», — возражали оптимисты. «Понятие «промышленная экология» будет звучать гордо, и ответственных промышленников, по-настоящему готовых строить производственные циклы по принципу природных, будет намного больше, чем безответственных, утверждающих, что природа всё стерпит», — утверждали мечтатели. Мечтатели и разработали концепцию малоотходных производств (иногда называли их даже безотходными), которая позднее получила воплощение в концепции наилучших доступных технологий.

Сегодня понятие «промышленная экология» звучит гордо и ответственно. Совершенствуются технологические и технические решения, развиваются новые методические подходы. Оценка жизненного цикла продукции — один из них.

В структуру крупных компаний — производителей удобрений по экосистемному принципу всё чаще включаются все этапы жизненного цикла продукции: объекты, осуществляющие добычу и переработку основных видов сырья (фосфатное и калийное сырье, природный газ), предприятия, выпускающие удобрения, сети сбыта с региональными складами и, наконец, сельскохозяйственные предприятия. Взаимодействие объектов различных отраслей (вспомним природные экосистемы, в которых всё взаимосвязано) позволяет повысить ресурсную и экологическую эффективность на протяжении всего жизненного цикла продукции. Очень важно, что крупные компании активно сотрудничают с ведущими научными центрами — вузами, исследовательскими и проектными организациями. Эксперты участвуют в оценке жизненного цикла продукции, разрабатывают программы повышения экологической эффективности аграрно-промышленной экосистемы.

Например, спектр приоритетных факторов и аспектов негативного воздействия на окружающую среду фосфорсодержащих удобрений достаточно широк. Можно было бы уйти в пространные описания того, что наиболее вероятно, что может произойти при стечении некоторых обстоятельств, а чего никак не может быть. Кстати, сорок лет назад казалось, что книга Николая Носова «Незнайка в Солнечном городе» — это фантастика для учеников начальной школы. Сегодня мы понимаем, что и универсальный комбайн, и комплексные удобрения, и сокращение потерь соединений фосфора на всех этапах — от добычи сырья до возделывания полей — это действительность, хотя какие-то детали автор описал не совсем точно.

Современная промышленность уже не ассоциируется с картинами Константина Юона («Утро индустриальной Москвы») или фильмами Всеволода Пудовкина («Три встречи») и Александра Зархи («Высота»): густой дым заводских труб давно перестал быть символом прогресса. Кстати, создатели кафедры промышленной экологии в шутку говорили студентам, что высота труб обратно пропорциональна интеллекту проектировщика. Переведём: вместо рассеивания загрязняющих веществ в воздухе надо думать о методах предотвращения выбросов и потерь или, если по-другому задачу решить нельзя, о средозащитной технике, которая позволяет такие выбросы существенно сократить.

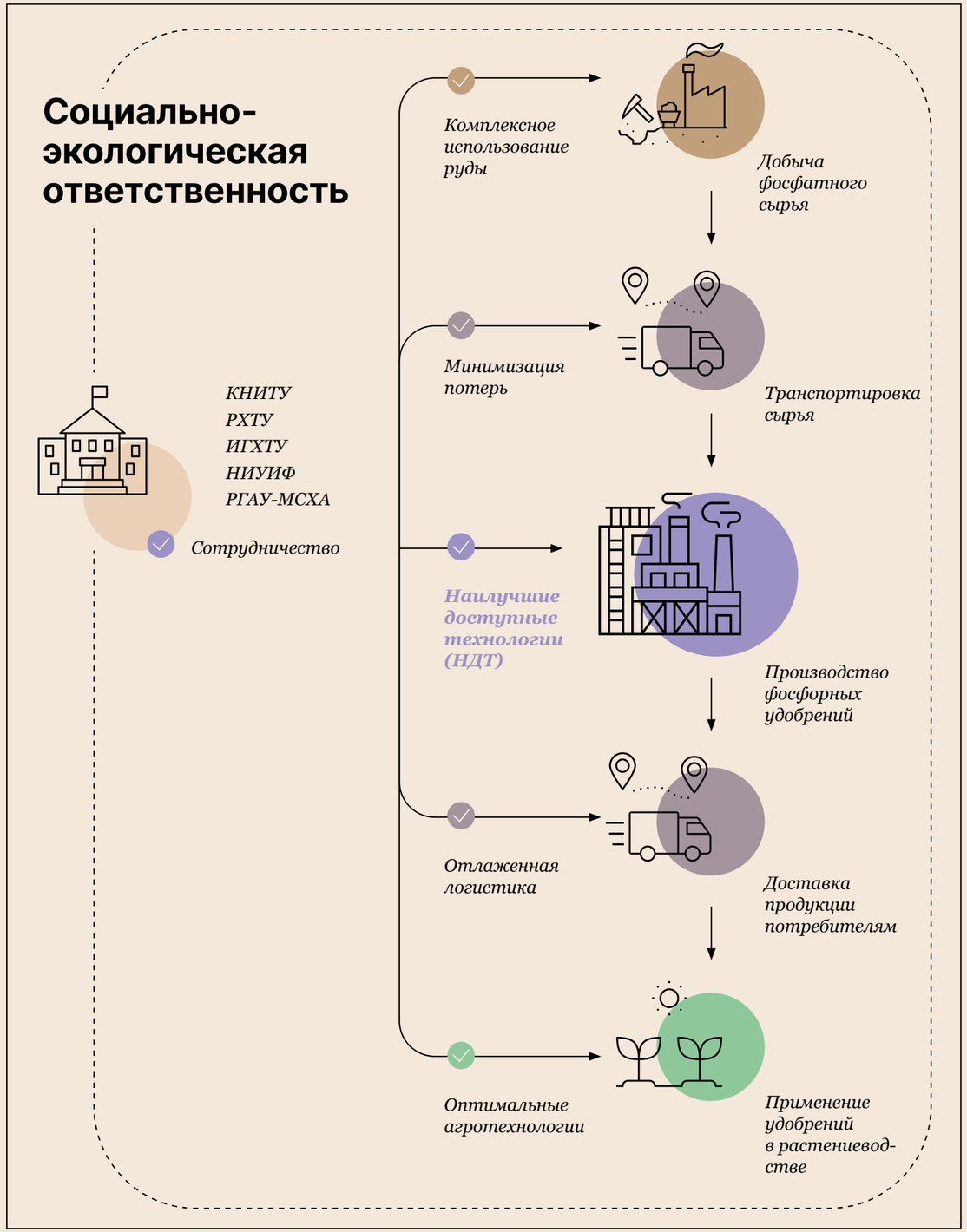
Сегодня при проведении оценки воздействия на окружающую среду мы используем информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (НДТ). При этом технологические показатели НДТ, показатели ресурсной эффективности и индикативные показатели выбросов парниковых газов создают систему координат, необходимую для количественной оценки факторов воздействия и установления минимальных требований к проектам создания

новых и модернизации действующих производств. Применение комплексного подхода, опирающегося на оценку жизненного цикла минеральных удобрений, позволяет разработать и реализовать программы повышения ресурсной, энергетической и экологической эффективности производства и потребления продукции.

В прошлых выпусках альманаха мы описывали результаты зелёных ситуационных исследований, а вы, дорогие читатели, узнавали о проектах, программах, достижениях конкретных предприятий. В этот раз мы утверждаем, что экологический, эколого-технологический реализм — это современное направление развития ответственных российских компаний. Многих компаний. Очень многих. На этой странице мы оставляем место, чтобы вы могли записать имена, названия, а затем решить — готовы ли вы стать соавторами следующего альманаха.

Пишите нам и присылайте свои истории. Ждём ваших писем и надеемся на развитие сотрудничества.

Наш адрес: greenmist@eipc.center



Оставьте их: они — слепые вожди слепых; а если слепой ведёт слепого, то оба упадут в яму.

Евангелие от Матфея, глава 15, стих 14

02.2 Неосознанный гринвошинг

Зелёный цементняк

Отсюда завод был виден во всей массе сложных нагромождений: вышки, арки, виадуки, железобетонные и каменные громады зданий, то воздушно-лёгких, как гигантские пузыри, то кубически-строгих в своей простоте и архитектурной тяжести. Они громоздились, спаянные друг с другом, или монолитно вырастали из горы на разной высоте. А в горных ущельях, по разрушенным бремсбергам, засорённым камнями, брошенными вагонетками и сизым от пыли кустарником, под скалами, над скалами, на отвалах брекчии, одиноко, вразброс, неожиданно высекались из голубого цементняка маленькие домики. Каменоломни радужными террасами ступенились вниз, в ущелья, и исчезали в буйных зарослях молодого леса.

Ф. В. Гладков. Цемент

Роман Фёдора Гладкова «Цемент» был впервые напечатан почти 100 лет назад. А цемент всё так же необходим для развития страны; сегодня в России ежегодно выпускается около 60 млн т цемента. «Голубой цементняк» — фантазия, фигура речи, хотя известняк может казаться желтоватым, розовым, голубоватым или зеленоватым. Радужные каменоломни — красиво. Давайте разбираться.

Итак, для производства цемента нужны известняк, глина и железосодержащие компоненты сырья, при обжиге которых при температуре 1500 °C образуется клинкер. При обжиге сырья потребляется значительное количество энергии — до 6,5 ГДж/т клинкера. Для получения цемента к клинкеру при помоле добавляют гипс, шлаки и т. д. В течение последних 30–40 лет учёные и практики стремятся сократить потребление энергии и природного сырья (заменив его вторичными ресурсами) при производстве цемента. Чем ниже удельное энергопотребление и чем выше доля вторичных ресурсов, тем зеленее цемент.

Дано

1. Завод по производству цемента, введённый в эксплуатацию в 2021 г. в регионе, богатом не только известняком, но и железными рудами, а также шлаками металлургического производства. Старопромышленный регион. Странно писать «богатый шлаками» регион, но шлаков на самом деле накоплено много, по различным данным, до 1,5 млрд т.

2. На официальном сайте предприятия сказано, что завод — самый современный, цемент производится «оптимальным» мокрым способом, из чистейшего природного известняка. Оборудование приобретено более дорогое, чем потребовалось бы для реализации сухого способа, а цемент получается более доступный, дешёвый, что важно для развития регионального рынка строительных материалов.

Найти

1. Какой способ производства цемента является наилучшей доступной технологией и почему?

2. Можно ли снизить удельное потребление за счёт частичной замены сырья металлургическими шлаками?

3. В чём особенность «цементного» (неосознанного) гринвошинга?

Ответы

1. Ответ на первый вопрос найдём в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 6-2022 «Производство цемента»: «Использование сухого способа производства». Причём такая же позиция присутствовала и в ИТС 6-2015, изданном в то время, когда проектировщики выбирали технологию производства. Выбрали «оптимальную». Эпитет «оптимальный» в отношении способа производства не используется. Где проектировщики нашли слова об оптимальной мокрой, снабжённой дорогим оборудованием технологии производства цемента, неведомо. Фигуры речи выбирали редакторы, для которых (да простит нас Фёдор Гладков, что «голубой цементняк», что «зелёная оптимальная дорогая мокрая технология производства» звучат одинаково загадочно.

2. Производство цемента энергоёмкое, и исследования, направленные на снижение потребления топлива, ведутся во всех странах мира. «Сокращение/минимизация удельных расходов тепла на обжиг клинкера» — НДТ производства цемента. Сухой способ позволяет достичь значений 3,0–4,1 ГДж/т клинкера, или в 1,5–1,8 раза меньше, чем энергопотребление при мокром способе производства (5,4–6,4 ГДж/т). Страна наша обильна, богата, конечно, никто с А. К. Толстым не спорит, но расточительно относиться к ресурсам нельзя, они даны не только нам, но и нашим детям и внукам.

3. Журналисты и редакторы, ау! Есть тема, причём это не зелёный туман, не гринвошинг, а реальность: зелёный цемент — это цемент, выпущенный с применением сухого способа производства, клинкер для которого приготовлен с использованием вторичных ресурсов. Можно и дальше рассуждать, рассказывать о добавках шлака к клинкеру и о получении шлакопортландцемента. Сложно? Не слишком, разобраться вполне можно. И всё же вернёмся к нашей истории о гринвошинге. Путешествие по лабиринтам интернета привело нас к страничке с репортажем о пуске того самого «оптимального» завода в 2021 г. Оказывается, проект был поддержан региональными органами власти, признан приоритетным и получил особый статус, позволявший применять налоговые льготы. Вот такой неосознанный, но гринвошинг. Дело, как говорится, прошлое. Но на получение государственной поддержки могут претендовать и другие закамуфлированные проекты, чего никак нельзя допускать.

Выводы

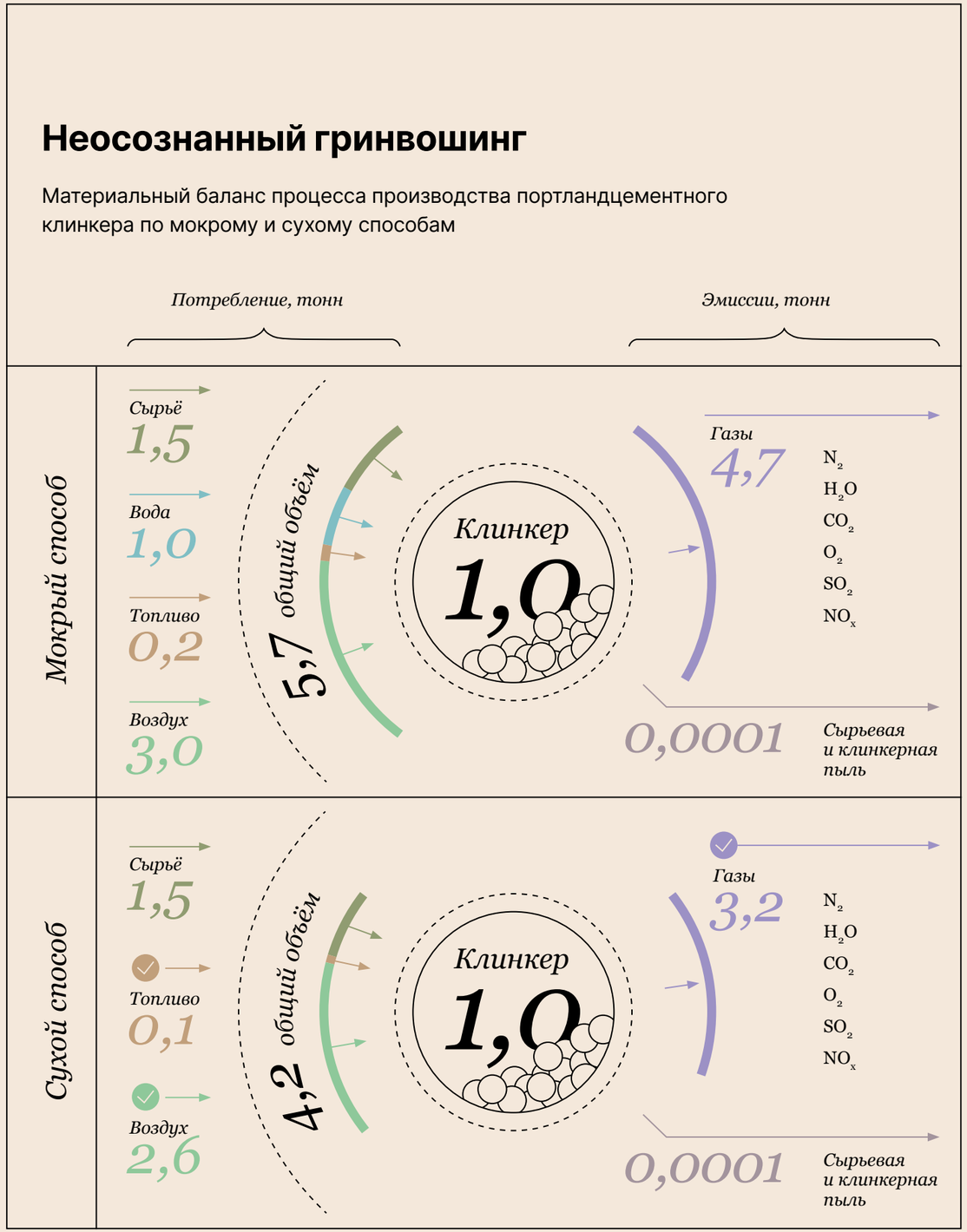
Зелёный гринвошинг может использоваться для различных целей, в ряде случаев риторику гринвошинга (самый-самый, оптимальный, дорогой, но при этом дешёвый и доступный) применяют для того, чтобы протолкнуть в число лидеров ресурсоёмкие предприятия с устаревшими технологиями. Для получения налоговых льгот, субсидий, доступа к другим мерам поддержки. Для того, чтобы сочинить небылицы для жителей. Люди склонны верить: митинги, фанфары, красные ленточки, первый миллион тонн цемента...

«Слыхали? Да говорят ещё, какая-то комета ли, планида ли идёт; так учёные в митроскоп смотрели на небо и рассчитали по цифрам, в который день и в котором часу она на землю сядет».

А. Н. Островский. Праздничный сон — до обеда

Неосознанный гринвошинг

Материальный баланс процесса производства портландцементного клинкера по мокрому и сухому способам



Верьте, верьте, тешьтесь обманом, пребывайте в неведении!.. Заблуждение почти всегда любезно и утешительно.

П. Борель. Безнравственные рассказы

02.3 Вынужденный гринвошинг

Ловкость труб

В жизни давно я понял,
Кроется гибель где,
В пиве никто не тонет,
Тонут всегда в воде.
Реки, моря, проливы,
Сколько от них вреда.
Губит людей не пиво,
Губит людей вода.

Л.П. Дербенёв

В реки, моря, проливы, озёра поступают сточные воды. Очищенные или (и) разбавленные. Так уж повелось. Рассмотрим этот тезис на примере реального случая.

Дано

1. Водоканал, или, строго говоря, предприятие, осуществляющее очистку сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов (ЦСВП), расположенный в обычном городе с населением около 100 тыс. человек.

2. Ежегодно водоканал обеспечивает очистку ~15 млн кубометров сточных вод. Как и все объекты I категории НВОС, водоканал должен получить комплексное экологическое разрешение. Своевременно специалистами предприятия был подготовлен проект программы повышения экологической эффективности, снабжённый необходимыми обосновывающими материалами. Казалось бы, всё хорошо, причём здесь разбавление и гринвошинг?

3. Был бы ни при чём, если бы несколько позже этот же водоканал не подготовил заявку на КЭР. Волшебным образом объём сбрасываемых в реку сточных вод вырос до 45 млн кубометров в год. Втрое. Оказалось, что к потоку коммунальных сточных вод, очищенных на сооружениях ЦСВП, добавлены объёмы вод производственных, поступающих от промышленных предприятий.

Найти

1. Почему водоканал берёт на себя ответственность за судьбу сточных вод промышленных предприятий?

2. Обеспечивает ли водоканал очистку производственных сточных вод этих промышленных предприятий?

3. Если производственные сточные воды проходят очистку на самих предприятиях (нефтеперерабатывающих и нефтехимических, кстати), то соответствует ли их состав технологическим показателям НДТ?

Ответ

История непростая.

1. Водоканал связывают с предприятиями договорные отношения, и ответственность водоканала состоит вовсе не в очистке (как можно было бы подумать), а в том, что он предоставляет промышленникам право (услуга такая) сбрасывать сточные воды в общий коллектор. Что происходит в коллекторе? Натурально, разбавление: поток производственных сточных вод вдвое больше, чем поток очищенных городских.

2. Предприятия — объекты загадочные, по официальным данным у них просто нет производственных сточных вод. Совсем нет. Они их передают, но не на очистные сооружения ЦСВП, а в коллектор. По Григорию Горину: «Сие предмет тёмный и исследованию не подлежит». Не голова только, а объекты очистки производственных сточных вод.

3. Гринвошинг в данном случае относится к категории вынужденного: никакой рекламы, никакой огласки. Тихий такой гринвошинг: всего-то втрое возрастает объём сточных вод — «ловкость труб». Ответы на традиционные вопросы российской интеллигенции — «Кто виноват?» и «Что делать?» — можно сформулировать так:

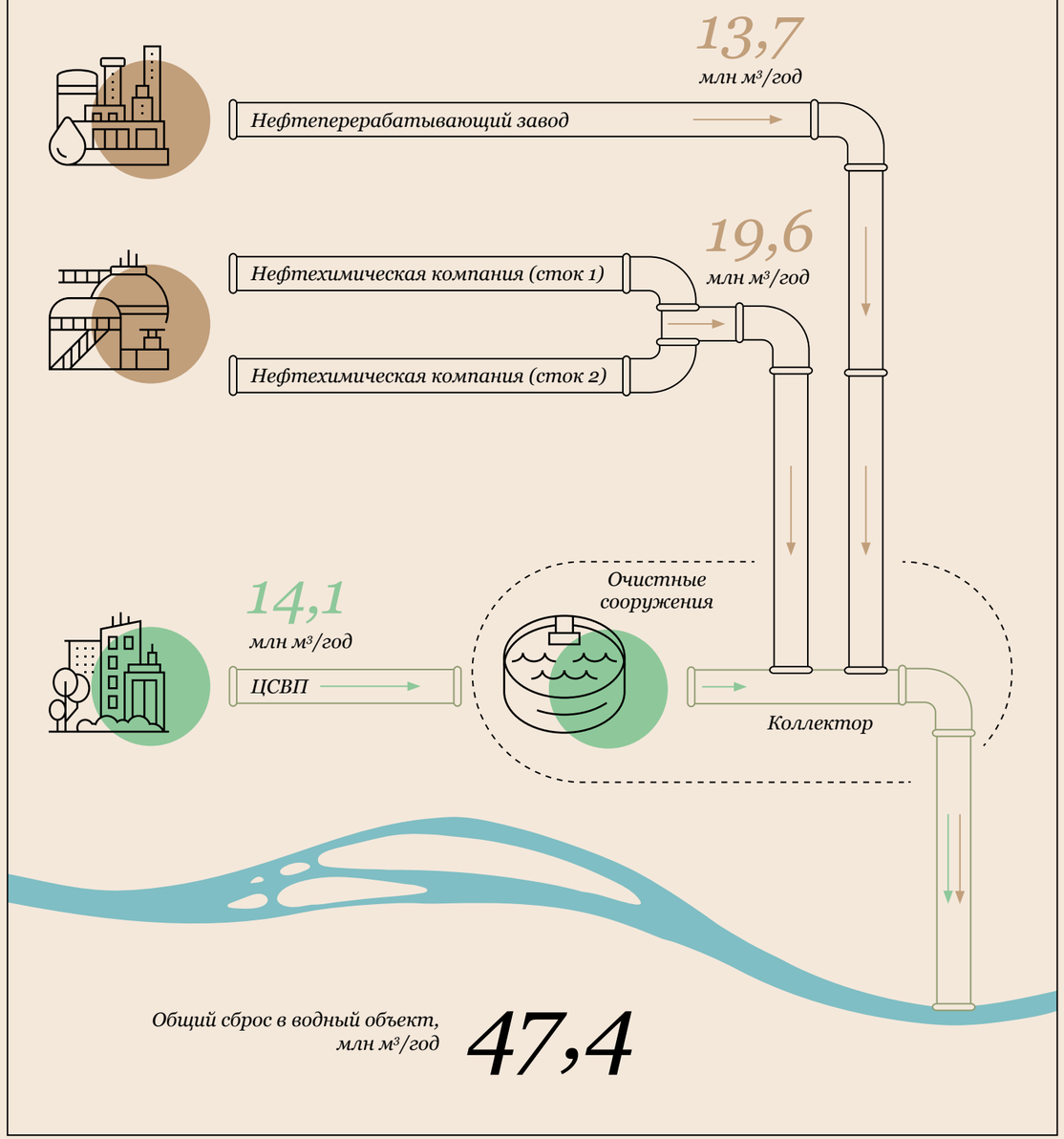
- инициатором гринвошинга могут быть и промышленные предприятия, и водоканал, но «нулевые сбросы» нефтехимиков наводят на мысль о том, что без них фантастическое решение о предоставлении услуги «общего пользования» коллектором вряд ли могло быть принято;

- прежде всего необходимо просто расставить всё по местам: «приписать» локальные очистные сооружения к их локациям (модное словечко молодёжного лексикона) на промышленных предприятиях и оценить достижение технологических показателей НДТ этими предприятиями в целом и очистными сооружениями в частности.

Выводы

Тайное иногда подолгу остаётся неявным. Может быть, локальные очистные сооружения и обеспечивают надлежащую очистку сточных вод, но никто не оценивал степень достижения технологических показателей НДТ, скажем, по углеводородам нефти (в простонародье называемых нефтепродуктами). Уж что-что, а углеводороды на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях точно присутствуют, потому и выбраны в качестве маркерного показателя состава производственных сточных вод. А раз никто не оценивал или не заявлял о полученных результатах оценки, то предмет так и остаётся тёмным и мутным. Мутно-зелёным то есть.

Вынужденный гринвошинг



**А нынче все умы в тумане,
Мораль на нас наводит сон,
Порок любезен — и в романе,
И там уж торжествует он.**

А. С. Пушкин. Евгений Онегин

02.4 Намеренный гринвошинг

Дерево странных решений

Во всём мне хочется дойти
До самой сути.
В работе, в поисках пути,
В сердечной смуте.
До сущности протёкших дней,
До их причины,
До оснований, до корней,
До сердцевины.

Б.Л. Пастернак

Дерево принятия решений — это инструмент, который используется в анализе данных, статистике и даже в машинном обучении. Естественно — для поддержки процесса принятия решений. У дерева есть «листья» и «ветки». На рёбрах («ветках») дерева решений записаны признаки, от которых зависит целевая функция, на «листьях» записаны значения целевой функции, а в остальных узлах — признаки, по которым различаются случаи. Чтобы классифицировать, понять новый случай, надо проникнуть в суть каждого «листа». Хотя в поэзии — по-другому: дойти до оснований, до корней.

Так до сути каких явлений, до особенностей каких корней, веток и листьев мы хотим дойти? Тут поэзия уступает место прозе, хотя и беззаконьям, и грехам, и бегам, и даже нечаянностям внимание уделить придётся.

Дано

1. Централизованная система водоотведения (ЦСВ), не городская, не поселковая, а так — живущая вроде бы сама по себе. Когда-то, в незапамятные времена (как говорят) входили в состав этой системы очистные сооружения, а теперь — то ли пруд-отстойник остался, то ли один трубопровод. В тумане не разглядеть.

2. Множество самых разных предприятий (объектов негативного воздействия), больших и маленьких, связанных с ЦСВ разветвлённой сетью трубопроводов:

   Мышка за кошку,
   Кошка за Жучку,
   Жучка за внучку,
   Внучка за бабку,
   Бабка за дедку,
   Дедка за ЦСВ…

Нет, не тянут. Прячутся. За ЦСВ. Причём специалисты ЦСВ уверяют себя и всех остальных, что, если начать нормировать очистку сточных вод для таких систем, наступит катастрофа: всё равно никто ничего делать не станет, а ЦСВ, для которой придётся подготовить и главное — реализовать программу эколого-технологической модернизации, просто закроется. Поэтому всем предлагается верить, что сточные воды, которые абоненты то ли очистили, то ли не смогли очистить, а ЦСВ и не собиралась очищать, волшебным образом превратились в живую воду. А уж она-то по трубопроводу благополучно — транзитом — поступает в речку Китежу. Гринвошинг в его классическом виде.

3. Дальше — по «Сказке о Тройке» братьев Стругацких: «Внизу под обрывом величественно несла в своих хрустальных струях ядовито-оранжевые сточные воды прохладная Китежа».

Найти

1. Почему в Китеже вода ядовито-оранжевая, хотя все персонажи уверяют, что она живая, рыба в ней преимущественно золотая и исполняет любые желания?

2. Почему секрет Полишинеля — состав сточных вод абонентов ЦСВ — считается тайной великой и задачей неразрешимой?

3. Как распределить ответственность, что нужно знать о «корнях», «листьях» и «ветках», чтобы принять обоснованное решение о порядке технологического нормирования ЦСВ и её абонентов?

Ответ

1. Вода в Китеже ярко-оранжевая, потому что никто не обеспечивает надлежащую очистку производственных сточных вод, хотя для большинства крупных объектов разработаны справочники по наилучшим доступным технологиям и определены технологические показатели для сброса сточных вод в водные объекты. Конечно, существует вероятность того, что некоторые предприятия осуществляют предварительную очистку на локальных очистных сооружениях, но каким образом и до какой степени — доподлинно неизвестно. Большинство абонентов ссылается на исторически предопределённые взаимоотношения, которые сложились между ними и ЦСВ, а также на то, что если не транзитом в Китежу, то сточные воды вообще направлять некуда. А так и город затопить можно.

2. Состав сточных вод считается тайной потому, что многие помнят притчу о Дмитрии Ивановиче Менделееве. Русский химик наблюдал за тем, какое сырьё поступает по железной дороге на один из пороховых заводов Парижа, и подсчитывал соотношение между разными

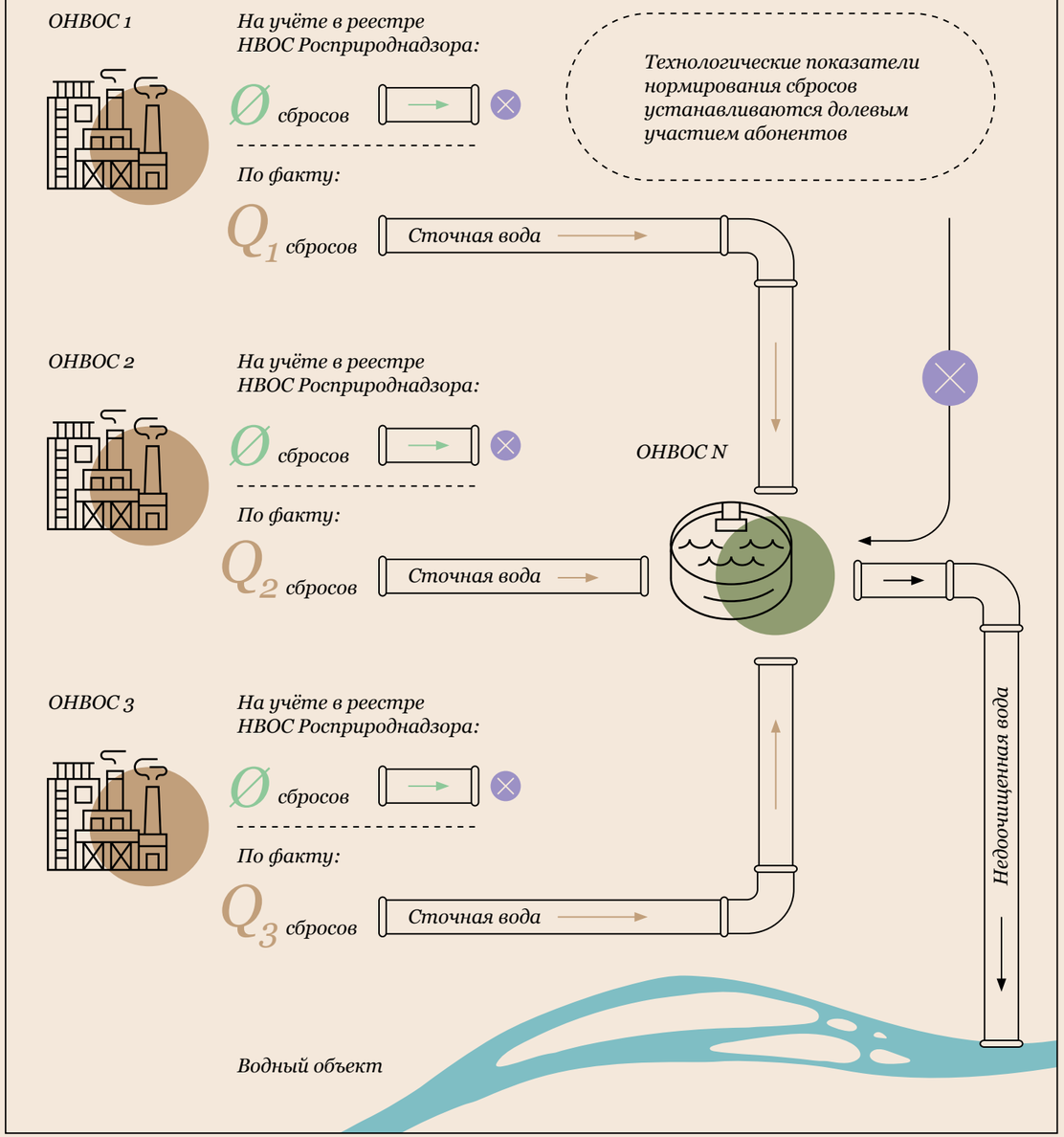
компонентами. В итоге разгадал состав французского бездымного пороха.
То есть заключить договор на транзит (не на очистку) сточных вод можно, получать вознаграждение за транзит можно, а спросить, что поступает и в каких количествах, нельзя.

3. Для каждого «листа» (абонента ЦСВ) должны быть описаны функции: какие сточные воды образуются, как предварительно обрабатываются, в соответствии с какими требованиями могут быть сброшены в водные объекты. Для каждой «ветки» должны быть описаны связи с «листьями», чтобы было понятно, на какой «ветке» и что может происходить со сточными водами. Наконец, для ЦСВ должны быть расчётным путём определены требования к очистке сточных вод, поступающих в Китежу. Так дерево странных решений превратится в дерево ответственности.

Выводы

Деревья странных решений произрастают в разных регионах и климатических зонах. Цвет воды в принимающих водных объектах тоже может быть разным — от ядовито-оранжевого до мерзко-зелёного. Но корень каждого дерева — это безответственность, причём безответственность коллективная. Осознанная. Поэтому и гринвошинг — осознанный, намеренный.

Намеренный гринвошинг



Ситуационные исследования

03

Чудеса химии

Ответственное производство минеральных удобрений

Что такое цемент, зачем он нужен и как его производят: факты и заблуждения

Очистка сточных вод: взаимодействие заинтересованных сторон

Производственные сточные воды: вопросы эколого-технологического нормирования

К вопросу эффективности инвестиций

Зелёные проекты: таксономия и критерии оценки

Чудеса химии

Валерий Самсонович Петросян,
д. х. н., заслуженный профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, вице-президент Российской академии естественных наук, эксперт ООН по химической безопасности

Михаил Николаевич Юрин,
заместитель министра промышленности и торговли Российской Федерации

Широко распростирает химия руки свои в дела человеческие... Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются пред очами нашими успехи её прилежания.

М.В. Ломоносов

Немного истории

Химия — восхитительная наука, полная тайн, превращений, кажущихся волшебными, и одновременно — наука очень практическая. Строгое определение гласит: «Химия — наука, изучающая строение веществ и их превращения, сопровождающиеся изменениями состава и (или) строения» [1].

Как основанная на опыте практика химия возникла на заре формирования человеческого общества. Древние люди научились пользоваться огнём, готовить пищу, дубить шкуры. Позднее они стали получать яды и лекарства, краски и эмали. Вначале люди использовали химические изменения биологических объектов (брожение, гниение), а по мере укрощения огня — химические процессы спекания и плавления (производство стекла, керамики, выплавка металлов). Состав древнеегипетского стекла (4 тыс. лет до нашей эры) не отличается существенно от состава современного бутылочного стекла. В Древнем Египте люди выплавляли в больших количествах медь, используя уголь в качестве восстановителя. Освоение технологий производства меди, бронзы, железа — это ступени эволюции не только металлургии, но и человеческой цивилизации в целом.

В III–IV вв. нашей эры возникла алхимия — философское и культурное течение, соединившее мистику и магию с ремеслом и искусством. Алхимики внесли значительный вклад в лабораторное мастерство и технику, добились получения некоторых чистых веществ, прежде всего — металлов. На протяжении многих столетий алхимики мечтали превратить неблагородные металлы (например, свинец) в благородные (в первую очередь — в золото), создать эликсир бессмертия и синтезировать панацею — лекарство, способное вылечить любую болезнь.

Джабир ибн Хайян (Гебер), Ибн-Сина (Авиценна), Абу-ар-Рази и другие алхимики ввели в химический обиход фосфор, гидроксид натрия, азотную кислоту, порох, многие соли. В Европе огромной популярностью пользовались книги Гебера, переведённые на латынь. Арабские исследования вдохновили Роджера Бэкона, Раймонда Луллия и Парацельса (Филиппа Ауреола Теофраста Бомбаста фон Гогенгейма).

Кто не знает на память знаменитое изречение: «Всё есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным»? Парацельс много странствовал, писал трактаты, лечил больных, исследовал свойства веществ (и это в первой половине XVI в.), постоянно проводил алхимические опыты и астрологические наблюдения.

Рисунок 1 — Лаборатория алхимика. Фото из фотобанка i-Stock

Именно Парацельсу медицина обязана введением в обиход целого ряда новых средств как минерального, так и растительного происхождения, в том числе препаратов железа, ртути, сурьмы, свинца, меди, мышьяка, серы и др., дотоле употреблявшихся крайне редко. Он впервые описал профессиональный силикоз (заболевание лёгких, обусловленное вдыханием пыли, содержащей мелкие частицы диоксида кремния) и «шнеебергскую лёгочную болезнь», которая позднее была идентифицирована как рак лёгких [2].

Как наука химия активно формировалась в XVI–XVIII вв. По образному выражению С.Г. Кара-Мурзы и Т.А. Айзатулина [1], на всём протяжении своей истории химия служила мостом между миром количества и миром качества, так как не могла выразить свой предмет чисто количественно, прибегая исключительно к языку математики. В становление химии, её развитие внесли вклад величайшие умы. Среди всех наук, которыми занимался Михаил Васильевич Ломоносов, первое место принадлежит химии: в 1745 г. специальным указом Ломоносову было присвоено звание профессора химии. Во всех смыслах слова — первого в России. М.В. Ломоносов подчёркивал: «Высказанное должно быть доказываемо» (запомним это утверждение) и добивался издания указа о строительстве первой в России химической лаборатории. Выступая на открытии лаборатории в 1748 г., Михаил Васильевич сказал: «Изучение химии имеет двоякую цель: одна — усовершенствование естественных наук, другая — умножение жизненных благ» [3].

XIX в. стал веком открытий химических элементов (за 100 лет было открыто более половины всех существующих на Земле химических элементов). В том же веке химия разделилась на неорганическую, органическую и аналитическую. Наконец, именно в XIX в. (в 1869 г.) Дмитрий Иванович Менделеев открыл Периодический закон, создал Периодическую систему элементов. Д.И. Менделеев — автор фундаментальных исследований по химии, физике, метрологии, метеорологии, экономике, основополагающих трудов по воздухоплаванию, сельскому хозяйству, промышленности, технологии (и прежде всего — химической технологии), народному просвещению и т.д.

Примечательно, что в 1859 г. Д.И. Менделеев опубликовал в журнале «Вестник промышленности» статью «О происхождении и уничтожении дыма». Он писал: «Дым затемняет день, проникает в жилища, грязнит фасады зданий и общественные памятники и причиняет многие неудобства и нездоровья». В этой статье учёный сравнивал между собой различные виды топлива и рассуждал об особом вреде соединений серы и азота; он рекомендовал отапливать помещения не углём и торфом, а смесью горючих газов и воздуха. То есть статью эту следует отнести к химии и токсикологии окружающей среды (химической экологии). К сожалению, эту важнейшую для современной жизни России учебную дисциплину до сих пор преподают только в очень ограниченном числе вузов страны.

Позднее, работая в 1890-е гг. над статьёй для Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона «Вода сточная» Дмитрий Иванович проанализировал процессы естественной очистки сточных вод. Он писал: «В Петербурге <процесс осложнён> отсутствием естественных склонов почвы, облегчающих собирание сточных вод, близостью рек, которые трудно отгородить от стока нечистот, и т.п., а поэтому вопрос о сточных водах имеет и поныне свойство живейших текущих и насущных вопросов». Д.И. Менделеев исследовал практику очистки производственных сточных вод ряда мануфактур и подчёркивал необходимость удаления примесей до такой степени, чтобы поступающие в природные водные объекты сточные воды могли быть доочищены за счёт естественных процессов [4]. И вновь речь идёт о химии окружающей среды и промышленной экологии, не так ли?

Коротко о химии и токсикологии окружающей среды

Химическая экология (химия и токсикология окружающей среды) — это специальные разделы химии и экологии, изучающие поведение химических веществ: миграции (химические спутники Земли), превращения (гео- и биохимические реакции) и воздействия на климат (глобальное потепление), человека, животных и растения в среде их обитания (воздух, почва и водоёмы). Таким образом, это междисциплинарная наука, тесно связанная с геологией и геохимией, биологией и биохимией, органической, неорганической, физической, аналитической химией, химией природных и синтетических соединений, медициной, токсикологией и экотоксикологией (воздействие токсикантов соответственно на человека и биоту) [5, 6, 7].

Известнейший российский естествоиспытатель, профессор Московского университета Владимир Иванович Вернадский посвятил свои работы созданию и развитию биогеохимии. Он писал: «Живое вещество является не случайным, а необходимым фактором в очень многих геохимических реакциях, в истории всех химических элементов. Все эти процессы шли бы совершенно иначе, если бы живого вещества не было, причём такая необходимость участия живого вещества наблюдается на протяжении всей геологической истории» [8]. Вернадский утверждал: «В биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе… Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного» [9]. Человечество действительно стало геологической силой, но многие намеренные (целенаправленные) изменения в биосфере привели

к формированию изменений ненамеренных — экологических проблем.

Можно сказать, что химия и токсикология окружающей среды изучают химические и биохимические проявления экологических проблем. При этом объективную информацию мы получаем посредством экологического мониторинга — информационной системы наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданной с целью выделения антропогенной составляющей на фоне природных процессов [10]. Это очень важно, так как в природе и без воздействия человека (хотя представить природный объект, который вовсе не испытывал бы антропогенного воздействия, сложно) происходят самые разнообразные процессы, а многие особенности состояния воздуха, почв, водных объектов (включая донные отложения) обусловлены сложными взаимосвязями между природными и созданными человеком системами.

В этой статье мы не станем пересказывать содержание недавно опубликованных книг, в том числе учебников, по химии и токсикологии окружающей среды [5, 6, 7], а обратимся к тем практическим примерам, которые говорят о необходимости внимательного и глубокого изучения предмета для того, чтобы делать серьёзные выводы и обоснованные суждения.

Чистые грязные реки

Воды в природе нет,
В природе есть растворы.
А что же о воде все говорят?
Так это ж разговоры.

В. С. Петросян

«В Мещёре почти у всех озёр вода разного цвета. Больше всего озёр с чёрной водой. В иных озёрах (например, в Чёрненьком) вода напоминает блестящую тушь. Трудно, не видя, представить себе этот насыщенный, густой цвет. И вместе с тем вода в этом озере, так же как и в Чёрном, совершенно прозрачная» [11]. Воду реки Пры Константин Паустовский увидел красной, хотя цвет воды сложнее: весной он имеет янтарный оттенок, летом, в межень, становится красновато-бурым, осенью вода кажется тёмно-коричневой. И она совершенно прозрачная. Почти все реки и озёра Мещёры — торфяные, и были такими в течение многих веков. То есть мы говорим прежде всего о природных процессах, о взаимодействии торфа (особого полезного ископаемого, образующегося в результате отложения на дне болот остатков отмерших растений и неполного их разложения под влиянием деятельности микроорганизмов в условиях повышенной влажности и затруднённого доступа воздуха) с водой. Природная вода всегда имеет достаточно сложный

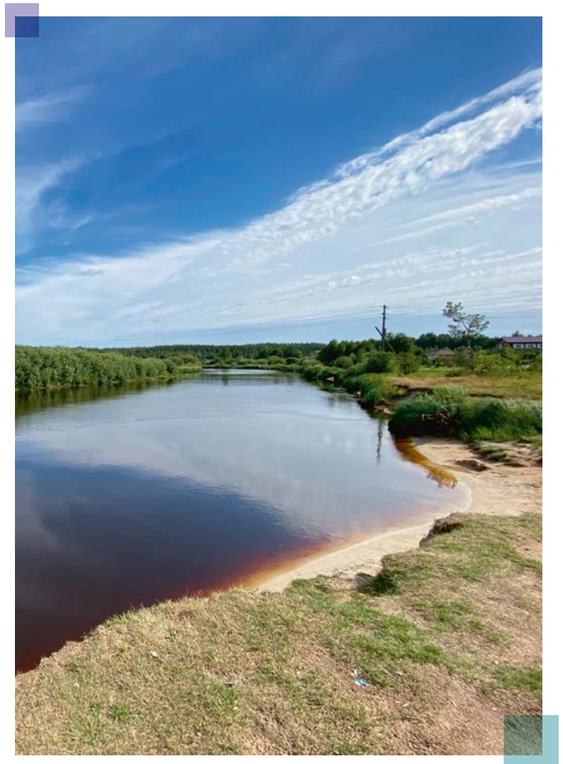


Рисунок 2 — Торфяная река. Фото Д. О. Хаустовой

состав, в ней присутствуют растворённые и взвешенные органические и неорганические вещества, а на поверхности водоёмов могут наблюдаться даже плавающие примеси (плёнки, которые образуют те же органические соединения торфа). И как тут быть?

Предложена классификация вод по степени загрязнённости, то есть весь диапазон состава и свойств природной воды при антропогенном воздействии (не будем забывать об этом условии) делится на различные интервалы от «условно чистой» (1-й класс) до «экстремально грязной» (5-й класс). Для каждого класса установлены диапазоны индекса загрязнения вод (ИЗВ). Чем больше отличаются измеренные концентрации различных веществ от установленных значений ПДК, тем выше ИЗВ [12]. К сожалению, при определении ИЗВ используют ПДК, а не фоновые концентрации. Так, по данным Гидрохимического института Росгидромета за 2021 г., воды мещёрских рек Бужи (Владимирская область), Воймеги (Московская область), Пры (Рязанская область) соответствуют классам качества 4Б и 5; индекс загрязнения варьирует в интервале 4,75–6,58 (грязные и экстремально грязные воды) [13]. Гидрохимиками предположено (вспомним М. В. Ломоносова): «Особо загрязнена вода соединениями железа и органическими веществами (присутствие которых отражает интегральный показатель — химическое потребление кислорода, ХПК), концентрация растворённого кислорода низкая». Что ж, суждение высказано, но не доказано. Дело в том, что речь не идёт о значительном воздействии антропогенных источников загрязнения воды на состояние этих рек. Во всём «виноват» торф. Именно органическое вещество торфа отвечает за высокое значение ХПК и низкую концентрацию кислорода. Железо присутствует в виде стойких соединений, которые называют гуматами железа. Это маркерные показатели, которые характеризуют особенности состояния рек и озёр Мещёры. Что делать? Восхищаться прекрасными реками и озёрами и не выносить суждения,

не посетив Мещёры, не учитывая особенностей биогеохимической провинции. При этом необходимо обращать первоочередное внимание на те источники негативного воздействия, которые расположены на водосборе и могут определять повышение минерализации и концентраций биогенных элементов (азота, фосфора) и взвешенных веществ. Такое воздействие могут оказывать объекты животноводства, промплощадки, а также нуждающиеся в модернизации предприятия, осуществляющие очистку сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений [14]. Для большинства объектов разработаны информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям, определены маркерные показатели, но иные, характеризующие не природные водные системы, а напротив, производственные процессы и технологии, а также установлены технологические показатели НДТ. Общее свойство двух типов маркеров можно сформулировать так: это существенные, характерные для описываемой системы показатели, по значениям (величинам) которых можно судить о состоянии этой системы. Маркеров не должно быть много, и они непременно должны быть измеримыми. Очевидно, что кроме стандартных гидрохимических параметров (включая азот и фосфор), необходимо в качестве маркеров изучать концентрации гуминовых и фульвокислот, двух- и трёхвалентного железа (гуматы которых разнятся по составу и строению).

Вернёмся в Мещёру. Пробы воды для гидрохимических измерений отбирают сотрудники, которые живут в городах и посёлках Владимирской, Московской и Рязанской областей и знают о том, чем славна Мещёрская сторона. Значит, местная информация просто теряется, не используется для интерпретации результатов измерений. Поэтому читатели, пользователи информации блуждают в тумане, как Ёжик, и никак не дойдут до лесной полянки, где смогут ощутить всю невероятную красоту мира [15]. Кстати, у Сергея Козлова, автора «Ёжика в тумане», есть ещё сказка, которая называется «Не грязните мою Землю».

Волшебное стекло и подпоручик Киже

Создание стекла — это волшебство, а свойства его столь изумительны, что продолжают удивлять и радовать людей на протяжении многих тысячелетий. О пользе стекла М. В. Ломоносов писал графу И. И. Шувалову, и, хотя жанр произведения историки определяют именно как письмо, это настоящая ода, прославляющая свойства данного уникального материала.

Пою перед тобой в восторге похвалу
Не камням дорогим, ни злату, но Стеклу.
И как я оное хваля воспоминаю,
Не ломкость лживого я счастья представляю.
Не должно тленности примером тое быть,

Чего и сильный огнь не может разрушить,
Других вещей земных конечный разделитель:
Стекло им рождено; огонь его родитель.

М. В. Ломоносов. Письмо о пользе стекла

Итак, стекло рождается в огне. Точнее так: стекловарение — это процесс получения однородного расплава, который принято подразделять не несколько стадий: образование силикатов при температуре 1100–1200 °C, стеклообразование (1200–1250 °C), осветление, гомогенизация (1500–1600 °C) и охлаждение (до температуры 400–500 °C). Основные компоненты сырья — это кремнезём (или диоксид кремния SiO_2), доля которого в шихте для стекловарения достигает 80%, известняк (так как нужен оксид кальция CaO) и сода (источник оксида натрия Na_2O). Все термины — исторические, родом из тривиальной номенклатуры. Рождённое в огне стекло — стойкий материал; ни вода, ни кислоты, ни щёлочи ему нипочём. Об этом, кстати, тоже сказано в письме М. В. Ломоносова. Нипочём и органические растворители, «пасует» стекло только перед слабой плавиковой кислотой — HF.

Несмотря на то, что компоненты сырья (шихты) нельзя назвать дорогими (хотя цена кальцинированной соды постоянно возрастает, а затраты на сырьё составляют не менее 20% в себестоимости продукции), на современные предприятия компоненты сырья (шихты) поступают в специальной таре, использование которой позволяет предотвратить образование потерь и просыпей.

Если бы вы, дорогие читатели, были студентами и вас спросили бы, какие производственные сточные воды образуются при производстве стекла, что бы вы ответили? Недоумеваете? Говорите, что могут образоваться разве что хозяйственно-бытовые и ливневые сточные воды? Отлично. Это так и есть. В основных технологических процессах производства стекла листового (посмотрите в окно) и тарного (может быть, в вашем холодильнике есть бутылка минеральной воды) не используется вода и не образуются сточные воды. Так написано в учебниках и сказано в информационно-техническом справочнике по НДТ ИТС 5-2022 «Производство стекла» [16].

Но на этом рассказ не заканчивается. По данным отчётности, которую российские стекольные предприятия регулярно сдают в уполномоченные органы (сдают, но готовят, вероятно, не сами), сточные воды имеют загадочный состав, который изумил бы даже алхимиков. Согласно материалам отчётности без применения философского камня (считается, что он так и не был найден) из песка, соды и известняка в огне рождается не только стекло, но и несколько десятков неорганических и органических веществ, как то ^{55}Fe (это не просто железо, а его радиоактивный изотоп с периодом полураспада 2,737 года), ^{32}P (вы уже догадались: не просто фосфор, а его радиоактивный изотоп с периодом полураспада около 14 дней, то есть даже отчитаться успеть нельзя).

Изотоп ^{55}Fe применяют в рентгеновских установках как автономный источник излучения. Получают ^{55}Fe облучением ^{58}Ni протонами в ускорителе.

^{32}P используют в диагностических целях (для изучения закономерностей обмена веществ). Получают облучением нейтронами либо изотопа серы ^{32}S, либо изотопа фосфора ^{31}P.

По данным всё той же отчётности стекольных предприятий (которую, как мы теперь догадываемся, готовят их недруги), радиоактивные изотопы железа и фосфора сбрасываются в природные водные объекты сотнями тонн. Ну, во-первых, в таких количествах эти изотопы в стране просто не производятся, а во-вторых, ^{32}P, например, получают исключительно в Томской области, а потому предприятия Центральной России… Вы догадались: не могут быть повинны в мнимом загрязнении водных объектов, почудившемся кому-то в тумане небрежно собранных и неверно интерпретированных данных.

Кроме радиоактивных изотопов железа и фосфора в мнимых («отчётных») сточных водах присутствуют ртуть, стронций, кадмий, мышьяк, разнообразные органические, хлор- и фосфорорганические соединения, а также другие элементы и соединения. Золота, к разочарованию алхимиков, нет.

В российский «Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» (в редакции 2019 г., которая сейчас уточняется и расширяется) [17] включены 249 показателей, характеризующих состав воды (веществ, ионов, интегральных показателей и пр.). Есть в Перечне и ^{55}Fe, и ^{32}P, всё есть. Но это не означает, что такие вещества присутствуют в ливневых или хозяйственно-бытовых сточных водах стекольных предприятий. А если кому-то почудится эрбий, для которого описаны 29 радиоактивных изотопов? Кстати, золото в Перечне тоже есть, а именно ^{198}Au, т.е. существует вероятность того, что недружественным по отношению к промышленным предприятиям консультантам почудится золотой дождь над какой-нибудь промплощадкой, и они осчастливят всё же алхимиков.

Подпоручик Киже вспомнился? По повести Ю.Н. Тынянова? Да, по Тынянову, да, абсурд. Но нелепые ошибки присутствуют в значительном числе отчётов, и авторы настаивают на том, что раз написано, так тому и быть. Ошибки множатся, вырастают в тумане до гигантских размеров, отвлекают внимание и экологов предприятий, и надзорных органов от реальных промышленно-экологических проблем. История о стекле — не единственная. Производство бройлеров, оказывается, сопровождается сбросом в водные объекты любимых консультантами — составителями отчётов ртути, стронция, мышьяка, свинца, винилхлорида и др. Золота пока нет.

Литературоведы утверждают, что источником вдохновения для Юрия Тынянова послужил анекдот об офицере Киже, записанный Владимиром Далем. Прочитаем его внимательно и отважимся предложить признать ошибки в статистической информации и в отчётности предприятий, найти их источники, обследовать промплощадки, подготовить надёжные документы на основе ИТС НДТ и перестать искать чёрную кошку в тёмной комнате. Её там нет. Иначе придётся соглашаться с абсурдными заключениями, штрафными санкциями и вздыхать: «Жаль, хорошие были предприятия».

«В одном из ежедневных приказов по военному производству, писарь — вспомните тогдашнее время, конец прошлого века — писарь расчеркнулся так, что когда писал: «Прапорщики ж такие-то в подпоручики», то перенёс на другую строку небывалое словцо «Киж», начав его ещё с прописной, размашистой буквы. Пробегая наскоро приказ этот, император принял словцо это, с прописною буквою, за коим следовали прозвания, также за прозвание одного из производимых, и написал тут же: «Подпоручик Киж в поручики».

На другой день подпоручик Киж произведён был в штабс-капитаны, а на третий, подписывая приказ, государь написал против него: «В капитаны». И это сделано. Никто не успел ни оглянуться, ни опомниться, как Киж произведён был в полковники, с отметкой: «Вызвать сейчас ко мне».

Тогда только бросились по приказам, где этот Киж? Он оказался в каком-то Азовском или Апшеронском полку, где-то на Дону, и фельдъегерь очертя голову поскакал за ним. Можно вообразить изумление полкового командира, до которого ещё не успел дойти обычным порядком первый приказ, о производстве прапорщика Кижа, как привезён был уже с фельдъегерем последний, о производстве его в полковники. Сверх сего, полковой командир не мог понять, о чём и о ком идет речь, потому что в полку его никогда никакого Кижа не было. «Есть же на свете Чиж, — подумал полковник, — почему бы не быть и Кижу, но только не в этом полку». Фельдъегерь подавно ничего не мог тут объяснить и поскакал, едва перекусив, обратно.

Донесение полковника, что в полку его Кижа нет и не бывало, всполошило всё высшее военное начальство и канцелярию. Бросились следить по приказам, и наконец, бедственный первый приказ, о производстве Кижа в подпоручики, разъяснил дело. Между тем, государь уже спрашивал, не прибыл ли полковник Киж — вероятно, желая с нетерпением поздравить его генералом. Решились доложить государю, что Киж умер. — «Жаль, — сказал император, — был хороший офицер».

В.И. Даль. Рассказы о временах Павла I

Литературоведы пишут и о том, что Юрий Тынянов обычно деформировал использованные им исторические материалы, стилизовал их, намеренно конструировал мнимости, но неизменно приводил читателя к мысли о том, что подмена как образ жизни может привести не только к забавным, но и к плачевным последствиям. Запомним эти словосочетания — подмена как образ жизни и конструирование мнимостей [18, 19]. В зелёном тумане подмены и мнимости возникают на каждом шагу, а по причине этого нередко происходит наказание невиновных и награждение непричастных.

Серой пахнет

Аркадина. Серой пахнет. Это так нужно?
Треплев. Да.
Аркадина. Да, это эффект.

А. П. Чехов. Чайка

Уделив значительное внимание воде, мы не могли не обратиться к вопросам загрязнения воздуха и вспомнили «Чайку». Подумалось, что Нина Заречная, сидя на сцене у озера, произносила свой монолог в ночном тумане. Пусть в негустом (луна отражалась на водной глади), но в тумане. «Холодно, холодно, холодно. Пусто, пусто, пусто. Страшно, страшно, страшно». К природным декорациям Треплев добавил запах жжёной серы: «Спирт есть? Сера есть? Когда покажутся красные глаза, нужно, чтобы пахло серой». Уточним: в реакции горения образуется диоксид серы (или сернистый ангидрид, SO_2), бесцветный газ с характерным резким запахом (все мы помним запах загорающейся спички).

По степени воздействия на человеческий организм сернистый ангидрид относится к III классу опасности (умеренно опасное химическое вещество). Чувствительность по отношению к SO_2 может быть различной у людей, животных и растений. Среди растений наиболее устойчивы по отношению к сернистому газу берёза и дуб, наименее — хвойные породы деревьев. В 1980–1990 гг. экологи предлагали установить нечто вроде предельно допустимых концентраций диоксида серы для сосны и ели, известны работы российских, британских и скандинавских учёных, посвящённые этому вопросу [20, 21, 22, 23]. Интерес к воздействию кислых газов на хвойные растения северных регионов, на озёрные экосистемы был огромным, в конце 1970-х — начале 1980-х гг. закисление водоёмов и почв было признано одной из глобальных экологических проблем.

Наша история произошла в начале 2020-х гг. в России, в северных широтах. Составляя доклад о снижении негативного воздействия на окружающую среду одного из градообразующих предприятий региона, экологи отрапортовали, что в результате работ, выполненных в течение последних лет, выбросы диоксида серы удалось снизить более чем на 80%. Хорошо? Очень хорошо, просто замечательно. Обсудили полученные данные с экспертами, представили на международном семинаре, и тут возник естественный вопрос: «А как добились таких результатов?». Ответ был краток: «Фирма, которая работала по контракту с нашим предприятием, проводила испытания инновационного решения». Стали расспрашивать, подсказывая (преподавательская привычка): «Может быть, отказались от высокосернистого топлива? Может быть (бывает и такое) установили аппараты для сероочистки (улавливания сернистого ангидрида из отходящих газов)?». Студенты бы немедленно согласились. Но отвечали не студенты, и по прошествии пары недель эксперты получили сногсшибательный ответ: «Выбросы сернистого ангидрида снизили за счёт диспергирования в дизельном топливе (которое использует стационарная установка предприятия для получения тепловой энергии) воды». Потом оказалось, что топливо в последнее время стали закупать то, что подешевле, да и серы в нём побольше. Не иначе как чудо, волшебство. Без философского камня, но при живейшем участии современных консультантов посрамили Парацельса: он в своё время ввёл в медицинский обиход препараты серы, а консультанты вывели — без труда, как Джефф Питерс и Энди Таккер. Благородными жуликов не назовёшь, но приёмы использованы те самые, которые до тонкостей отработали герои О'Генри, и основаны они на доверчивости и дремучести заказчиков (жертв). Джефф Питерс называл себя великим шаманом Во-Ху и утверждал, что предлагаемое им снадобье — «Это торжество человеческого гения, одно из последних достижений науки… высшая магия. Метод, который лечит психику больного, его ментальное состояние… Это средство направлено как раз на наше духовное ядро… Этот метод проверен на практике…» [24]. Джефф не только излечивал наивных пациентов, но и продавал на пять тысяч долларов искавшим выгоду клиентам поддельные золотые кирпичи (опять золото), которые сам покупал за 2 доллара 10 центов. В нашей истории на практике оказалось, что консультанты представили предприятию отчёт, основанный на рассуждениях, приведённых в статье «Влияние диспергирования топлива водой на процесс выделения сажи в цилиндре быстроходного дизеля», чужой, отметим, статье. В оригинальной статье приведены результаты экспериментального исследования динамики накопления сажи в цилиндре быстроходного дизеля автотракторного назначения. Автотракторная тематика превратилась в теплоэнергетическую, а сажа — в диоксид серы, который просто исчез в конце отчёта. Забавно? Нет, неприятно, подмена пренеприятнейшая: сернистый ангидрид продолжает поступать в воздух, причём, скорее всего, не в меньших, а в бóльших количествах, при взаимодействии с капельками тумана образуется кислота. Зелёный туман становится ядовитым, и никому не приносят пользы мнимые улучшение экологических показателей и решение промышленно-экологических задач.

Вместо заключения

Химики о чудесах химии могут рассказывать бесконечно. Но наша статья — о чудесах мнимых, и её пора закончить. Как? Давайте вернёмся к началу: химия — восхитительная наука, и её достижения верой и правдой служат человечеству с незапамятных времён. Несмотря на то, что нынешние школьники нередко выбирают самый краткий курс химии, а то и вовсе сосредотачивают внимание исключительно на гуманитарных дисциплинах, знать основы химии необходимо. Формулировку можно уточнить: занимаясь профессиональной деятельностью, имеющей отношение к охране окружающей среды, промышленной (или прикладной) экологии, знать основы

химии обязательно. Если же обстоятельства складываются так, что в школе или в вузе предмет не сумел вас увлечь, то постарайтесь следовать простым советам:

1. Любой технологический процесс характеризуется рядом ключевых показателей, как качественных, так и количественных. В каждом процессе происходит преобразование ресурсов в соответствии с законами физики, химии, геологии и биологии. Эти науки объективны. Если вы с ними мало знакомы, не ищите «чудесных» ответов в интернете, а обратитесь к экспертам.

2. Если кто-то утверждает, что заклинаниями можно превратить песок в ртуть, а серу в озон, не ищите книгу Лазаря Лагина «Старик Хоттабыч», а попытайтесь подвергнуть сомнению такие утверждения. Откройте учебник химии, но лучше обратитесь к экспертам.

3. Если вам говорят, что чистое — это грязное, а грязное — это чистое, подумайте, кому это выгодно. Никому? Тогда подумайте, почему произошла ошибка, и постарайтесь понять, как можно её исправить. Не знаете? Ну, вы догадались: обратитесь к экспертам. И не только к ним, обратитесь в организации, сотрудники которой поставили подписи под недостоверными сведениями и скрепили их печатями. Может быть, они ненамеренно это сделали, может быть, их разум что-то затуманило?

Половину страницы мы оставляем пустой. Прочитав не только эту статью, но весь альманах «Зелёный туман», вы сами сможете заполнить страницу простыми правилами профессиональной, честной и открытой работы с экологической информацией.

Литература

1. Кара-Мурза С. Г., Айзатулин Т. А. Химия // Химическая энциклопедия. — Т. 5. — М.: Большая российская энциклопедия, 1998. — С. 506–514.
2. Проскуряков В. А. Парацельс // Большая советская энциклопедия. — 2-е изд. — Т 32. — М.: Изд-во «Большая советская энциклопедия», 1955. — С. 82.
3. Степанов Ю. Г. Михайло Ломоносов. — М.: ОЛМА Медиа Групп, 2012. — 96 с.
4. Штефан Н. Н. Дмитрий Менделеев. Жизнь и открытия. — М.: Эксмо, 2011. — 240 с.
5. Петросян В. С., Шувалова Е. А. Химия и токсикология окружающей среды. — М.: Буки Веди, 2017. — 640 с.
6. Петросян В. С., Шувалова Е. А. Химия, человек и окружающая среда. — М.: Буки Веди, 2017. — 472 с.
7. Алимов А. М., Ахметов Т. М., Волков А. Х. Экологическая химия: учебник для вузов. — Казань: Лань, 2022. — 144 с.
8. Вернадский В. И. Живое вещество. — М.: Наука, 1978. — 240 с.
9. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. — М.: Наука, 1989. — 261 с.
10. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеоиздат, 1984. — 470 с.
11. Паустовский К. Г. Мещёрская сторона. — М.: Детская литература, 2021. — 444 с.
12. Комплексные оценки качества природных вод / под ред. А. М. Никанорова. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 139 с.
13. Государственная информационная система: качество поверхностных вод суши Российской Федерации. — URL: https://gidrohim.com/node/61.
14. Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Веницианов Е. В. Маркерные показатели в оценке состояния водных объектов при малой антропогенной нагрузке (на примере р. Пры) // Водные ресурсы. — 2001. — Т. 28. — С. 342–349.
15. Козлов С. Ёжик в тумане. — М.: Росмэн, 2021. — 160 с.
16. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 5-2022. Производство стекла. — М., 2022.
17. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 № 1316-р.
18. Никанорова Е. К. Анекдоты о Павле I и «Подпоручик Киже» Ю. Н. Тынянова // Slavic Almanac: The South African Journal for Slavic, Central and Eastern European Studies. — 2006. — Vol. 12. — No 2. — P. 85–102.
19. Блюмбаум А. Конструкция мнимости: К поэтике «Восковой персоны» Ю. Тынянова. — СПб.: Гиперион, 2002. — 200 с.
20. Николаевский В. С., Николаевская Т. В. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности. — М., 1988. — 15 с.
21. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. 2-е изд., доп. и перераб. — Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. — 220 с.
22. MacLean D. C., Schneider R. E., Weinstein L. H. Response of Five Species of Conifers to Sulfur Dioxide and Hydrogen Fluoride during Winter Dormancy // Environmental and Experimental Botany. — 1986. — Vol. 26. — Is. 3. — P. 291–296.
23. Wulff A., Kärenlampi L. The effect of the Exclusion of Dry and Wet Deposition on Visible Symptoms and Accumulation of Sulphur and Fluoride by Picea Abies Needles near Point-Sources // Scandinavian Journal of Forest Research. — 1993. — Vol. 8. — Is. 1-4. P. 498-509.
24. О'Генри. Благородный жулик. — М.: СЗКЭО, 2019. — 176 с.

Ответственное производство минеральных удобрений

Андрей Станиславович Малявин,

к. т. н., заместитель начальника отдела химической и нефтехимической промышленности ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

Виктор Петрович Иванов,

президент Российского Союза химиков, председатель Комиссии по химии и нефтехимии РСПП, заслуженный химик России, почетный профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева

Введение

В XXI в. подходы к решению экологических проблем по принципу «конца трубы» (применения средозащитной техники на различных этапах производства) последовательно вытесняются стратегией повышения ресурсной эффективности производства и потребления и предотвращения загрязнения окружающей среды. Такая стратегия требует интегрированного, целостного взгляда на деятельность компании, основанного на подходах оценки жизненного цикла (ОЖЦ) продукции [1]. ОЖЦ продукции — это учёт и оценка входных и выходных потоков продукционной системы, а также её воздействия на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла [2].

В нашей статье мы расскажем об опыте применения подходов ОЖЦ минеральных удобрений, которые используются в сельском хозяйстве практически повсеместно и обеспечивают высокую урожайность и необходимое качество продукции. Как производство, так и применение удобрений характеризуется широким спектром факторов воздействия на окружающую среду, и это обстоятельство нельзя не учитывать. Подходы ОЖЦ способствуют учёту этих факторов и разработке решений, направленных на минимизацию негативного воздействия на человека, природные экосистемы и ресурсы [3, 4, 5]. Именно поэтому ОЖЦ мы рассматриваем как инструмент подтверждения ответственного отношения к производству и потреблению минеральных удобрений.

Результаты и обсуждение

Отрасль минеральных удобрений в Российской Федерации

В Российской Федерации отрасль минеральных удобрений включает добычу и обогащение фосфатного и калийного сырья; производство аммиака; производство неорганических кислот, использующихся в производстве минеральных удобрений, и, наконец, производство самих удобрений. Нередко к отрасли удобрений причисляют также производства сопутствующих продуктов: кормовых и технических фосфатов, очищенных кислот [6].

На рисунке 1 представлена структура отрасли минеральных удобрений: потоки сырьевых ресурсов и полупродуктов, взаимосвязь с другими отраслями и сырьевыми ресурсами (серым прямоугольником обозначены производства отрасли минеральных удобрений).

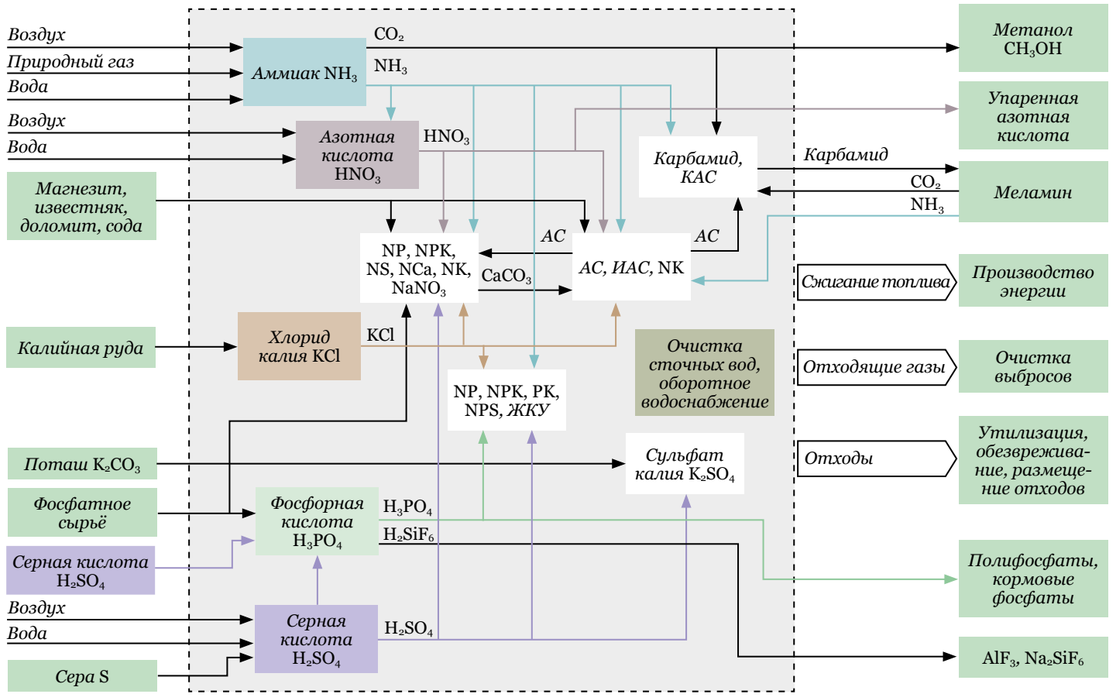


Рисунок 1 — Структура отрасли минеральных удобрений. Рисунок составлен А. С. Малявиным

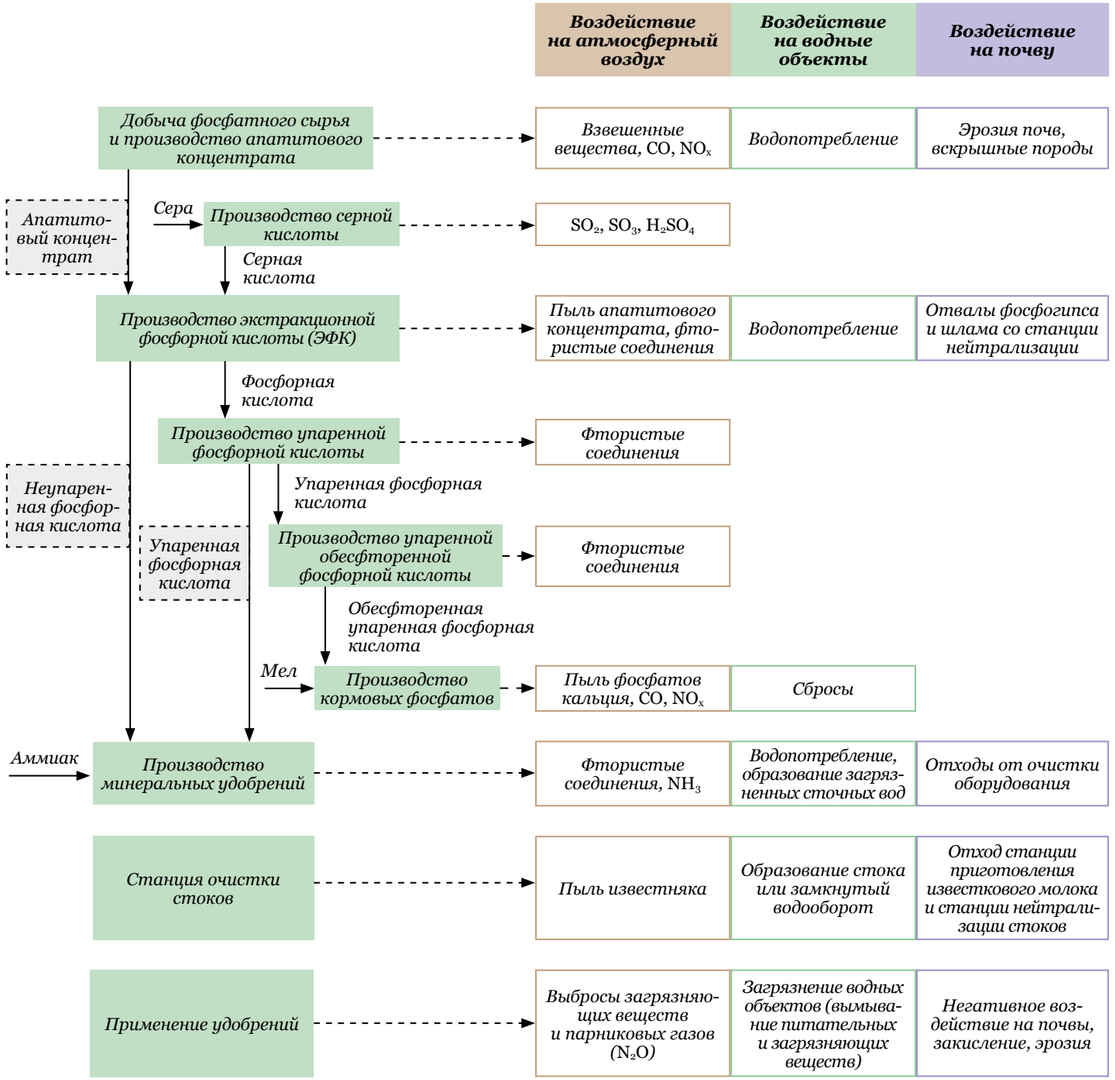


Рисунок 2 — Структура предприятия по производству фосфорсодержащих удобрений. Рисунок составлен А.С. Малявиным

Взаимодействие предприятий различных отраслей открывает новые возможности для повышения эффективности использования ресурсов, а также для снижения негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла продукции [7].

Современные российские компании по производству минеральных удобрений стремятся обеспечить себя основными сырьевыми составляющими и зачастую включают в свой контур объекты по добыче и производству калийного и фосфатного сырья, а также природного газа. Именно поэтому область ОЖЦ нередко охватывает предприятия по добыче и обогащению фосфатного и калийного сырья [8, 9, 10].

Основные направления сокращения негативного воздействия на окружающую среду на протяжении жизненного цикла фосфорсодержащих удобрений

Для применения подходов ОЖЦ рассмотрим обобщённую структуру предприятия по производству фосфорсодержащих удобрений.

В состав предприятия входят производства серной и фосфорной кислоты, кормовых фосфатов и минеральных удобрений (рисунок 2). В качестве дополнительных стадий показаны добыча фосфатного сырья и производство апатитового концентрата, а также стадия применения минеральных удобрений в сельском хозяйстве.

Жизненный цикл фосфорсодержащих удобрений с учётом предложенной структуры включает следующие стадии [2, 10–12]:

1. Добыча и транспортировка сырьевых ресурсов
   - 1.1. Добыча и обогащение фосфатного сырья
   - 1.2. Добыча природного газа
   - 1.3. Производство серы
   - 1.4. Транспортировка сырья
2. Производство энергоресурсов
   - 2.1. Производство электрической энергии
   - 2.2. Производство тепловой энергии
   - 2.3. Водоподготовка
3. Производство аммиака
4. Производство серной кислоты
5. Производство фосфорной кислоты
6. Производство фторсодержащих продуктов (кремнефтористоводородная кислота, натрий кремнефтористый, фторид алюминия)
7. Использование фосфогипса (строительство дорог, сельское хозяйство)
8. Производство кормовых фосфатов
9. Производство NP/NPS удобрений
10. Использование NP/NPS удобрений
    - 10.1. Использование в сельском хозяйстве
    - 10.2. Использование для производства иных видов продукции (технические соли и составы)

11. Окончание срока службы продукции
    11.1. Целевое использование питательных веществ (азота, фосфора, серы) сельскохозяйственными культурами (вынос питательных веществ с сельскохозяйственной продукцией — зерно, семена, плоды, вынос питательных веществ с отходами сельскохозяйственной продукции — ботва, солома, жмых)
    11.2. Накопление в почве (переход в нижние горизонты почвы, фиксация, переход в нерастворимое состояние)
    11.3. Поступление в атмосферный воздух (трансформация питательных веществ с образованием газообразных веществ, потери при пылении продукта)
    11.4. Поступление питательных веществ в водные объекты (поверхностные и подземные водные объекты)
    11.5. Потери при хранении и транспортировке
12. Возврат в оборот питательных веществ потенциально возможен из повторно используемых и вторичных материалов, к которым относятся сточные воды, осадок сточных вод, биосолиды, навоз, городские отходы, компосты, биогумус, дигестаты, биоуголь, неорганические или органические побочные продукты, такие как струвит, сульфат аммония, пищевые отходы и отходы агропромышленного или другого производства.

С учётом представленной структуры производства и стадий жизненного цикла можно сформулировать основные способы снижения негативного воздействия на здоровье человека, состояние экосистем и природных ресурсов (таблица 1) [12, 13].

Таблица 1 — Основные способы снижения негативного воздействия на здоровье человека, состояние экосистем и природных ресурсов

Реципиенты	Основные категории воздействия	Способ снижения негативного воздействия при производстве удобрений	Способ снижения негативного воздействия при применении удобрений
Человек (здоровье человека)	Изменение климата	Применение энергоэффективного оборудования и технологий, модернизация существующих и строительство новых энергоэффективных производств аммиака, улавливание и использование CO_2 (производство карбамида, углекислоты, конверсия фосфогипса карбонатом аммония), снижение выбросов монооксида диазота (закиси азота N_2O)	Производство и применение новых видов удобрений: с регулируемой растворимостью, с ингибиторами нитрификации, эффективных комплексных удобрений с микро- и мезоэлементами, микробиологические и бактериальные удобрения, содержащие высокоактивные микроорганизмы, улучшающие условия питания сельскохозяйственных культур, являющиеся стимуляторами роста растений
	Поступление в окружающую среду токсичных для человека веществ	Использование фосфатного сырья с минимальным количеством сопутствующих токсичных веществ, минимизация выбросов и сбросов загрязняющих веществ, внедрение замкнутых водооборотных циклов	Оптимизация внесения удобрений
	Поступление в воздух взвешенных веществ (пыли)	Технические способы снижения выбросов (аспирация от узлов пересыпок, дробления и рассева, локальные системы аспирации, абсорбционные системы, соблюдение гранулометрического состава удобрений), производство и применение апатитового концентрата загрубленного помола	Организация оптимальных способов хранения и внесения удобрений

Продолжение таблицы 1

Реципиенты	Основные категории воздействия	Способ снижения негативного воздействия при производстве удобрений	Способ снижения негативного воздействия при применении удобрений
Экосистемы	Изменение климата	Применение энергоэффективного оборудования и технологий, модернизация существующих и строительство новых энергоэффективных производств аммиака, улавливание и использование CO_2 (производство карбамида, производство углекислоты, конверсия фосфогипса карбонатом аммония), снижение выбросов монооксида диазота (закиси азота N_2O)	Производство и применение новых видов удобрений: с регулируемой растворимостью, с ингибиторами нитрификации, эффективных комплексных удобрений с микро- и мезоэлементами, микробиологические и бактериальные удобрения, содержащие высокоактивные микроорганизмы, улучшающие условия питания сельскохозяйственных культур, являющиеся стимуляторами роста растений
	Закисление почв	Разработка новых форм удобрений с меньшей дозой внесения	Оптимизация внесения, использование эффективных удобрений с меньшей дозой внесения
	Эвтрофикация пресных вод	Разработка новых форм удобрений с меньшей дозой внесения, разработка удобрений пролонгированного действия с контролируемой растворимостью	Оптимизация внесения, использование эффективных удобрений с меньшей дозой внесения
	Преобразование природных (невозделываемых) земель	Сокращение объёмов образования и хранения отходов и побочных продуктов, внедрение способов переработки и полезного использования. Фосфогипс — внедрение способов конверсионной переработки, использование в строительстве и сельском хозяйстве. Шлам станции нейтрализации кислых стоков — использование в производстве цемента	Оптимизация внесения, мероприятия по мелиорации (использование при известковании, гипсовании) с использованием вторичных ресурсов (фосфогипса, конверсионного мела)

Продолжение таблицы 1

Реципиенты	Основные категории воздействия	Способ снижения негативного воздействия при производстве удобрений	Способ снижения негативного воздействия при применении удобрений
Ресурсы	Истощение рудных и нерудных ископаемых	Комплексное использование ресурсов (производство апатитового и нефелинового концентратов, производство железорудного, апатитового и бадделеитового концентратов). Использование бедной руды и хвостов обогащения предыдущих лет. Комплексное использование фосфатного сырья — производство фторсодержащих продуктов (кремнефтористоводородная кислота, натрий кремнефтористый, фторид алюминия), извлечение редкоземельных элементов, снижение образования и хранения отходов и побочных продуктов	Применение высокоэффективных удобрений с контролируемым высвобождением питательных веществ (предотвращение вымывания), применение микробиологических и бактериальных удобрений и удобрений с ингибиторами нитрификации (снижение потерь азота в атмосферный воздух)
	Истощение энергетических ресурсов	Внедрение энергоэффективных процессов и оборудования: реконструкция производств аммиака с уменьшением потребления топлива, использование вторичных энергетических ресурсов для выработки тепла и электроэнергии (генерация тепловой и электрической энергии в производствах серной и азотной кислот)	Применение высокоэффективных комплексных удобрений, требующих меньших затрат топлива для внесения

Окончание таблицы 1

Реципиенты	Основные категории воздействия	Способ снижения негативного воздействия при производстве удобрений	Способ снижения негативного воздействия при применении удобрений
Ресурсы	Истощение водных ресурсов	Оптимизация водного баланса предприятия. Внедрение систем замкнутого водооборотного цикла. Внедрение эффективных систем очистки сточных вод	Внедрение агротехнологий, соответствующих удобрений и мелиорантов для применения на засушливых почвах и для снижения водопотребления (оптимизация структуры почв с использованием удобрений и мелиорантов, использование капельного полива и соответствующих водорастворимых удобрений, использование удобрений, способствующих устойчивости растений в неблагоприятных климатических условиях)

Отметим, что большинство этапов, включённых в стадии 1–6, отнесены в Российской Федерации к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ). Отраслевые «вертикальные» информационно-технические справочники (ИТС) НДТ разработаны для добычи и переработки природного газа, производства электрической и тепловой энергии, производства аммиака, серной и фосфорной кислот и фторсодержащих продуктов; общие процессы и методы, направленные на повышение ресурсной и экологической эффективности горнодобывающей промышленности, также систематизированы в межотраслевом «горизонтальном» ИТС НДТ.

Особенность отраслевых ИТС НДТ состоит в том, что в них установлены технологические показатели эмиссий (выбросов и сбросов) загрязняющих веществ, ресурсной эффективности (характеризующие удельное потребление сырья, энергии, воды, а также в ряде случаев — вторичных ресурсов) [14, 15], а с 2022 г. — индикативные показатели углеродоёмкости продукции [16, 17]. Эти показатели можно использовать при оценке воздействия на окружающую среду в качестве минимальных требований: компании, стремящиеся продемонстрировать приверженность целям устойчивого развития (ЦУР), и в том числе ЦУР 12 «Ответственное производство и потребление», при разработке проектов создания новых предприятий и модернизации существующих должны стремиться не только выполнить требования НДТ, но и превзойти их [18, 19].

В последние годы возросла значимость проектов устойчивого развития (в том числе так называемых зелёных) [18, 19, 20]. Требования к этим проектам также устанавливаются с учётом показателей НДТ: достижение технологических показателей эмиссий загрязняющих веществ является минимальным требованием; ресурсная эффективность производства должна соответствовать показателям НДТ или превосходить их; наконец, проекты должны сопровождаться дополнительными положительными эффектами (например, приводить к сокращению выбросов парниковых газов, способствовать восстановлению экосистемных услуг, вносить вклад в выполнение Национального проекта «Экология» и др. [19]. Интегрированные компании по производству минеральных удобрений проявляют интерес к разработке и реализации зелёных проектов, и распространение ответственности таких компаний на весь жизненный цикл продукции открывает новые возможности для повышения ресурсной и экологической эффективности ключевых технологических процессов.

Кроме описанных в таблице 1 способов сокращения негативного воздействия на окружающую среду, характерных для производства фосфорсодержащих удобрений, компании применяют также универсальные решения:

- формирование собственных научных подразделений и сотрудничество с научными центрами для модернизации существующих и разработки новых технологий, разработки новых высокоэффективных форм удобрений, решения вопросов снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ, образования и использования отходов и вторичных ресурсов, ограничения выбросов парниковых газов, увеличения экологической, энергетической и ресурсной эффективности и т.д. [21];
- выполнение работ по оценке эффективности и воздействия новых и существующих форм минеральных удобрений на характеристику почв и сельскохозяйственной продукции, разработка и совершенствование агрохимических технологий для различных сельскохозяйственных культур;
- внедрение систем экологического и энергетического менеджмента [22, 23], развитие публичной нефинансовой отчётности, совершенствование взаимодействия с заинтересованными сторонами [24];
- внедрение систем автоматического контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ [25], развитие практики производственного экологического мониторинга;
- внедрение различных систем консультирования сельскохозяйственных предприятий в плане оптимизации применения минеральных удобрений и мелиорантов, внедрения новых агротехнологий, разработки систем питания на основе реального состояния почв [26].

Применение принципов оценки жизненного цикла хорошо согласуется и дополняется понятием ресурсоэффективности производства удобрений как комплексного вектора развития компании.

В основе большинства подходов снижения негативного воздействия на окружающую среду лежит принцип повышения ресурсной эффективности [15]. Применительно к деятельности предприятия ресурсная эффективность включает эффективность использования сырья, энергии, воды. Однако с точки зрения устойчивого развития предприятия как комплексного подхода к оценке его экономической, социальной и экологической деятельности наряду с оценкой жизненного цикла продукции целесообразно использовать критерий ресурсной эффективности применительно ко всем видам ресурсов, используемых компанией (материальные, трудовые, финансовые, информационные ресурсы, ресурсы времени).

Повышение ресурсной эффективности на протяжении жизненного цикла фосфорсодержащих удобрений

1. Повышение эффективности использования природных ресурсов.

Актуальной задачей остаётся комплексное и максимальное использование сырья [10]:

- фосфатного сырья с получением фосфорсодержащих удобрений, фторсодержащих продуктов, редкоземельных элементов, стронцийсодержащих соединений, сырья для цементной промышленности и производства строительных материалов, технических и кормовых фосфатов;
- серы с получением серной кислоты, олеума, пара, электроэнергии, в качестве питательного мезоэлемента в составе удобрений;
- калийного сырья с получением калийных и сложных удобрений; технических, кормовых и пищевых натриевых солей; гидроксидов натрия и калия, хлора и соляной кислоты; максимальное использование вторичных ресурсов и вскрышных пород для закладки горных выработок;
- комплексное использование сырья азотной промышленности — природного газа и воздуха с попутным получением электроэнергии, пара, диоксида углерода, карбамида, меламина, метанола и других продуктов (см. рисунок 1).

Повышение эффективности удобрений с использованием следующих приёмов [10]:

- создание удобрений пролонгированного действия, с регулируемой растворимостью питательных веществ;
- создание комплексных удобрений с микро- и мезоэлементами, со стимуляторами роста растений, биологических удобрений и т. д.;
- агрохимические методы увеличения эффективности использования удобрений: севообороты, технические средства для равномерного внесения удобрений, комбинации использования минеральных удобрений с органическими удобрениями и мелиорантами и т. д.

- использование нетрадиционного и бедного сырья — совершенствование технологий добычи и обогащения с вовлечением труднодоступного, менее богатого и труднообогатимого сырья.

2. Повышение эффективности использования вторичных ресурсов.

Эффективное использование вторичных ресурсов представляет собой, наряду с внедрением наилучших доступных технологий, ключевое направление развития экологической промышленной политики Российской Федерации [27]. Применительно к производству фосфорсодержащих удобрений повышение эффективности использования вторичных ресурсов включает [10]:

- использование вторичных энергоресурсов: тепла абсорбции в производстве серной кислоты, пара в производстве упаренной фосфорной кислоты, тепла химической реакции нейтрализации для упарки растворов нитрата аммония и фосфорсодержащих удобрений;
- использование вторичных материальных ресурсов, отходов, шлаков, осадков в производстве товарных продуктов: фосфогипса и осадка со станции нейтрализации в производстве цемента и строительных материалов; конверсионного мела в производстве бумаги и удобрений; отходов и шлаков в качестве источника микро- и мезоэлементов;
- разработку и использование энергоэффективного оборудования, более совершенного оборудования очистки выбросов и сбросов для уменьшения потерь целевых компонентов.

3. Повышение эффективности использования трудовых ресурсов требует роста производительности труда, увеличения единичной мощности установок, оптимизации и автоматизации производственных процессов, реализации мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и охране труда, а также социальной поддержки работников.

4. Повышение эффективности использования финансовых ресурсов требует реализации высокоэффективных технологий с максимальным использованием сырьевых компонентов, полупродуктов и вторичных энергоресурсов, сокращения издержек, сроков окупаемости проектов, создания продуктов с большой добавленной стоимостью (таких как чистые водорастворимые удобрения для гидропоники, кормовые фосфаты, бесхлорные удобрения и т. д.). Повышению эффективности использования финансовых ресурсов способствует также вертикальная интеграция компаний с включением в их контур добычи сырья, производства удобрений, транспортировки и применения удобрений на собственных сельскохозяйственных предприятиях или отгрузки потребителю через развитую сеть региональных и зарубежных торговых представительств.

5. Эффективность использования информационных ресурсов — оптимизация производств с использованием цифровизации, автоматизации и работы с большими объёмами данных; использование цифровых двойников и предиктивных систем в контроле и управлении производственными процессами [25], увеличение интеллектуального капитала компаний, в том числе формирование собственных научно-исследовательских и проектных организаций, патентование изобретений, полезных моделей, регистрация торговых марок; организационные мероприятия, направленные на обучение, переподготовку и повышение квалификации сотрудников, создание базовых кафедр в вузах, поддержка одарённых студентов и молодых учёных, организация грантовых программ.

6. Эффективность использования временных ресурсов заключается в достаточно широком понимании эффективного управления временем; прежде всего необходимо уделять внимание таким аспектам, как [6, 10]:

- быстрота реагирования на запросы рынка улучшает конкурентоспособность компании; поэтому необходимо систематически изучать конъюнктуру рынка с целью определения наиболее востребованных и перспективных видов удобрений, совершенствовать ассортимент продукции, развивать гибкость производства и сокращать период времени на переход с одной марки на другую, развивать логистические цепочки и т.д.;
- снижение времени реализации проектов и сроков их окупаемости;
- вертикальная интеграция компаний с целью оптимизации управленческих решений, увеличения скорости принятия решений от добычи сырья до отгрузки готового продукта;
- обеспечение доступности удобрений для основных потребителей — развитие сети торговых представительств и филиалов компаний, организация производств вблизи основных потребителей, транспортной инфраструктуры (портов), развитие сети региональных тукосмесительных установок и складов готовой продукции.

Перечень нельзя считать исчерпывающим, но основные позиции можно сформулировать следующим образом: повышение ресурсной эффективности и предотвращение негативного воздействия на окружающую среду на всех этапах жизненного цикла фосфорсодержащих удобрений известными способами и методами (в том числе отнесёнными к НДТ), которые не только применимы для конкретной стадии, но и экономически целесообразны.

Заключение

Применение подходов оценки жизненного цикла продукции позволяет идентифицировать приоритетные экологические аспекты на каждой стадии — от добычи сырья, производства энергии и подготовки воды до внесения удобрений и разработки методов снижения выноса питательных веществ в природные водные объекты. Последнее обстоятельство имеет особое значение при применении фосфорсодержащих удобрений, так как фосфор является лимитирующим фактором для развития процессов эвтрофикации пресных водных объектов.

Каждое исследование с применением подходов ОЖЦ имеет как теоретическую, так и практическую значимость. В контексте развития ответственного производства и потребления и достижения международных целей устойчивого развития и национальных целей Российской Федерации ОЖЦ позволяет расширить рамки ответственности промышленных компаний, обеспечить повышение ресурсной эффективности, снижение негативного воздействия на окружающую среду и формирование экономики замкнутого цикла.

Отражение результатов ОЖЦ в открытой отчётности вертикально интегрированных компаний по производству минеральных удобрений, а также конкретных (промышленных и сельскохозяйственных) объектов негативного воздействия на окружающую среду способствует развитию общественного диалога в области устойчивого развития, повышает прозрачность принятия управленческих решений и создаёт необходимые условия для разработки и реализации проектов устойчивого развития, в том числе — зелёных проектов. Зелёные проекты могут быть разработаны как для отдельных хозяйствующих субъектов, так и для кластеров, включающих промышленные и сельскохозяйственные предприятия.

Литература

1. Sauve G., Van Acker K. Integrating Life Cycle Assessment (LCA) and Quantitative Risk Assessment (QRA) to Address Model Uncertainties: Defining a Landfill Reference Case under Varying Environmental and Engineering Conditions // The International Journal of Life Cycle Assessment. — 2021. — Is. 26. — P. 1–13. — DOI:10.1007/s11367-020-01848-z.
2. Hasler K., Broring S., Omta S., Olfs H.-W. Life Cycle Assessment (LCA) of Different Fertilizer Product Types // The European Journal of Agronomy. — 2015. — Vol. 69. — P. 41–51. — DOI: 10.1016/j.eja.2015.06.001.
3. Valdivia S., Backes J. G., Traverso M. et al. Principles for the Application of Life Cycle Sustainability Assessment // The International Journal of Life Cycle Assessment. — 2021. — Vol. 26. — P. 1900–1905. — DOI: 10.1007/s11367-021-01958-2.
4. Гусева Т. В., Дайман С. Ю., Хотулева М. В. и др. Экологическая информация и принципы работы с ней. — М.: Эколайн, 1998. — 244 с.

5. Бегак М. В., Кулибаба В. В., Руут Ю., Молчанова Я. П. Превентивные механизмы охраны окружающей среды в России и Европейском Союзе. Перспективы гармонизации / под ред. М. В. Бегака. — М.: ЮрИнфоР-Пресс, 2010. — 198 с.

6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 2-2022 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот».

7. Shmeleva N. The New Business Model for the Circular Economy: Moving from Theory to Practice // Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. — 2018. — Is. 5.3. — P. 919–926. — DOI: 10.5593/sgem2018/5.3/S28.117.

8. Кручинина В. М., Рыжкова С. М. Рынок удобрений в России: состояние и направления развития // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2021. — Т. 83. — № 1. — С. 375–384. — DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-375-384.

9. Савойская Е. В. Перспективы устойчивого развития предприятий по производству минеральных удобрений // Вестник Института экономики Российской академии наук. — 2018. — № 3. — С. 185–195. — DOI: 10.24411/2073-6487-2018-00054.

10. Энциклопедия технологий 2.0: Химический комплекс / гл. ред. Д. О. Скобелев; ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». — М.; СПб.: Реноме, 2022. — 256 с. — URL: https://eipc.center/wp-content/themes/fgau/publics/chemical_print.pdf.

11. Skowrońska M., Filipek T. Life Cycle Assessment of Fertilizers: a Review // The International Agrophysics. — 2014. — Vol. 28. — P. 101–110. — DOI: 10.2478/intag-2013-0032.

12. Smol M., Kulczycka J., Lelek L. et al. Life Cycle Assessment (LCA) of the Integrated Technology for the Phosphorus Recovery from Sewage Sludge Ash (SSA) and Fertilizers Production // Archives of Environmental Protection. — 2020. — Vol. 46 (2). — P. 42–52. — DOI: 10.24425/aep.2020.133473.

13. Chien S. H., Pronchnow L. I., Cantarella H. Recent Developments of Fertilizer Production and Use to Impove Nutrient Efficiency and Minimize Environmental Impacts // Advances in Agronomy. — 2009. — Vol. 102. — P. 267–322. — DOI:10.1016/S0065-2113(09)01008-6.

14. Скобелев Д. О. Ресурсная эффективность экономики: аспекты стратегического планирования // Менеджмент в России и за рубежом. — 2020. — № 4. — С. 3–13.

15. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // Journal of New Economy. — 2020. — Т. 21. — № 4. — С. 153–173. — DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-4-8.

16. Башмаков И. А., Скобелев Д. О., Борисов К. Б., Гусева Т. В. Системы бенчмаркинга по удельным выбросам парниковых газов в чёрной металлургии // Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. — 2021. — Т. 77. — № 9. — С. 1071–1086. — DOI: 10.32339/0135-5910-2021-9-1071-1086.

17. Доброхотова М. В., Матушанский А. В. Применение концепции наилучших доступных технологий в целях технологической трансформации промышленности в условиях энергетического перехода // Экономика устойчивого развития. — 2022. — № 2 (50). — С. 63–68.

18. Скобелев Д. О., Федосеев С. В. Применение справочников по наилучшим доступным технологиям для дофинансовой оценки проектов зелёного финансирования // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/39ECVN221.pdf.

19. Гусева Т. В., Волосатова А. А., Тихонова И. О. Направления совершенствования таксономии зелёных проектов для устойчивого развития промышленности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2022. — Т. 24. — № 5 (109). — С. 28–35. — DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-28-35.

20. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации».

21. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года».

22. Дайман С. Ю., Гусева Т. В., Заика Е. В., Сокорнова Т. В. Системы экологического менеджмента: практический курс. — М.: Форум, 2010. — 336 с.

23. Скобелев Д. О., Степанова М. В. Энергетический менеджмент: прочтение 2020. Руководство по управлению энергопотреблением для промышленных предприятий. — М.: АСМС, 2020. — 92 с.

24. Никитин Г. С., Скобелев Д. О. Эффективность государственных и корпоративных инвестиций в развитие реального сектора экономики // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. — 2022. — № 4 (68). — С. 32–41. — DOI 10.52452/18115942_2022_4_32.

25. Грачев В. А., Скобелев Д. О., Попов А. Ю. Развитие предиктивных систем контроля выбросов загрязняющих веществ // Экология и промышленность России. — 2020. — Т. 24. — № 10. — С. 43–49. — DOI: 10.18412/1816-0395-2020-10-43-49.

26. Cellura M., Longo S., Mistretta M. Life Cycle Assessment (LCA) of Protected Crops: an Italian Case Study // Journal of Cleaner Production. — 2011. — Vol. 28. — P. 56–62. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.10.021.

27. Скобелев Д. О., Федосеев С. В. Политика повышения ресурсоэффективности и формирование экономики замкнутого цикла // Компетентность. — 2021. — № 3. — С. 5–13. — DOI: 10.24412/1993-8780-2021-3-05-14.

Что такое цемент, зачем он нужен и как его производят: факты и заблуждения

Екатерина Николаевна Потапова,

д. т. н., профессор кафедры химической технологии композиционных и вяжущих материалов, РХТУ им. Д. И. Менделеева

Владимир Александрович Гузь,

управляющий партнер консалтинговой компании СМПРО

Основная причина обвалов построек нашего города та, что <...> камни укладываются без надлежащего вяжущего.

Плиний Старший[1]. Естественная история. Книга 36. 78 г. н. э.

С древнейших времён и поныне огромное значение в жизни человечества имеют материалы, которые служат для связывания между собой камней, кирпичей или отдельных конструктивных элементов жилых домов, инженерных и архитектурных сооружений, для штукатурки, отделки и гидроизоляции. Из них же изготавливают искусственные строительные материалы и изделия. Наконец, их используют для производства строительных растворов и бетонов для возведения бетонных и железобетонных зданий и сооружений [1, 2].

Сырьевой базой для производства неорганических вяжущих веществ являются горные породы и побочные продукты промышленности. Среди горных пород для этих целей используются сульфатные — гипс и ангидрит; карбонатные — известняк, мел, известковые туфы, ракушечник, мрамор, доломиты, доломитизированные известняки, магнезит; мергелистые — известковые мергели; алюмосиликатные — нефелины, глины, глинистые сланцы; высокоглинозёмистое сырье — бокситы, корунды и др.; кремнезёмистые горные породы — кварцевый песок, трассы, вулканический пепел (пуццолан), диатомит, трепел, опока [1].

Вяжущие материалы — основа строительных материалов — предназначены для изготов-

[1] Плиний Старший (наст. имя Гай Плиний Секунд, 22–79 гг. н. э.) — древнеримский писатель-эрудит. Наиболее известен как автор «Естественной истории». Авторитет «Естественной истории» Плиния Старшего был непререкаемым, и, пожалуй, ни одно из сочинений древности, за исключением Библии, не оказало такого влияния на представления людей поздней Античности, Средневековья и Возрождения. Плиний Старший — автор многих крылатых выражений, которые сегодня мы часто используем: Каждому своё нравится. Наилучший наставник во всём — привычка. Нет худа без добра. Ни дня без строчки. Падает тот, кто бежит. Тот, кто ползёт, тот не падает. Как много дел считались невозможными, пока они не были осуществлены. Можно быть уверенным лишь в том, что ни в чём нельзя быть уверенным.

ления бетонов и строительных растворов, скрепления отдельных элементов (деталей) сооружений, гидроизоляции и др. В древности говорили: «Повяжут песок — бетон получается, повяжут камни-валуны — плита, постамент или стена какая-нибудь выходит».

Трудно точно сказать, где и когда появился бетон, так как начало его зарождения уходит далеко в глубь веков. Очевидно лишь то, что он не возник таким, каким мы его знаем сегодня, а как большинство строительных материалов прошёл длинный путь развития [3].

Применение цементов в строительстве не было известно на ранних стадиях развития цивилизации. В древние времена постройки возводились из земли, иногда насыпанной чередующимися слоями в форме стен или сводов, а также из каменных глыб, уложенных друг на друга и не скреплённых вяжущим материалом. Устойчивость таких стен зависела исключительно от правильной укладки тяжёлых каменных глыб. И хотя этим способом были созданы такие замечательные сооружения, как, например, сводчатые храмы в Микенах, где между крупными блоками уложены мелкие каменные клинья для уплотнения швов, в последующие времена циклопические постройки всё чаще уступают место каменной или кирпичной кладке на пластичном вяжущем материале.

Цемент (нем. Zement, от лат. Caementum — щебень, битый камень) можно охарактеризовать как вяжущее вещество, обладающее способностью связывать отдельные куски или массу твёрдых материалов. Это определение охватывает большое количество самых различных веществ, у которых общее, в сущности, только одно свойство — вяжущая способность. Но тот цемент, которым мы пользуемся сейчас, появился только во второй половине XVIII в. [2, 3].

В 1796 г. англичанин Джеймс Паркер, намереваясь получить гидравлическую известь из «глинистых почек»[1] острова Шеппи в устье Темзы, обнаружил, что полученный продукт при измельчении его в тонкий порошок быстро схватывается и твердеет. В связи с высоким (30–35%) содержанием глины в новом сырье Паркер обжигал его в известковых печах при повышенной температуре. Клинкер надлежало превращать в порошок механически или иным способом. Новый цемент коричневым цветом напоминал древние римские смеси из извести и пуццолана, и Паркер назвал его римским цементом. Позже Дж. Паркером был приобретён патент на открытый им материал, который он назвал романцементом (римским цементом) [3].

В декабре 1824 г. Джозеф Аспдин, каменщик из английского города Лидса, получил патент

[1] «Глинистые почки», как выяснилось позже, есть не что иное, как мергель, т.е. известняк, сильно загрязнённый глиной.

на «Усовершенствованный способ производства искусственного камня», который он создал на собственной кухне. Изобретатель нагрел смесь хорошо подробленного известняка и глины в кухонной печи, после раздробил комок смеси в порошок и получил гидравлический цемент, который затвердел при добавлении воды. Джозеф Аспдин первый дал гидравлическому вяжущему название «портландцемент» (потому что при производстве он использовал камни с карьера, который находился на острове Портланд) и является изобретателем этого названия. В 1825 г. Аспдин основал заводское производство своего «портландцемента». Новый цемент не был аналогичен современному портландцементу, однако название «портландцемент» сохранилось и поныне [3].

Изобретателем же нынешнего цемента считается Егор Герасимович Челиев, руководивший работами по восстановлению московских строений (прежде всего Кремля) после пожара 1812 г. Именно тогда он начал проводить эксперименты с различными материалами, чтобы найти скрепляющий состав для кирпича и камня.

В 1822 г. Егор Герасимович Челиев в книге «Трактат об искусстве приготовлять хорошие строительные растворы» опубликовал результаты получения вяжущего материала из смеси извести и глины. В 1825 г. в Петербурге вышел новый труд Е. Г. Челиева «Полное наставление, как приготовлять дешёвый и лучший мертель, или цемент, весьма прочный для подводных строений, как-то: каналов, мостов, бассейнов и плотин, подвалов, погребов и штукатурки каменных и деревянных строений», в котором был обобщён опыт улучшения свойств вяжущих материалов, полученный при восстановлении Кремля, разрушенного во время Отечественной войны 1812 г. Русский исследователь привёл точный состав, описал детали производства, представил экономические расчёты и разъяснил процессы с точки зрения химии, которую он глубоко знал. Специалисты считают, что эта книга неизмеримо выше по своему уровню, чем проникнутое эмпиризмом и недомолвками патентное описание портландцемента Джозефа Аспдина [2, 3].

Гидравлическое вяжущее, описанное Е. Г. Челиевым, было ближе по свойствам к современному портландцементу, а по качеству превосходило портландцемент Аспдина. Но Аспдин основал заводское производство цемента и получил всемирное признание. Крупные строители того времени предпочитали цемент Аспдина всем остальным цементам, и производство его получило в Англии большое развитие — английские портландцементы получили в Европе распространение, а затем и преобладание.

В 1860-е гг., после отмены крепостного права, в России начал бурно развиваться промышленный капитализм. Строились фабрики и заводы, шахты, железные дороги. Размах строительства повлиял на развитие

цементного производства. Строили предприятия рядом с богатыми природными месторождениями, неподалёку от водных и железнодорожных путей, от рынков сбыта продукции. Для строительства портовых сооружений и крепостей вначале завозили английский цемент, хотя на необъятных пространствах России было немало мест, где имелись залежи глины, известняков и каменного угля, что позволяло организовать массовое производство цемента, но его продолжали ввозить из Англии на протяжении ещё многих лет [2, 3].

Перемены в развитии производства цемента в России наступили лишь тогда, когда Российской империи необходимо было в спешном порядке укреплять фортификационные сооружения в Крыму. Однако дружественная Турции Великобритания в 1852 г. ввела запрет на поставки «английского» цемента в Россию. Романцемент, производившийся на заводах под Петербургом и Москвой, был нестабильного качества. И, как принято говорить сейчас, начался процесс импортозамещения.

Производство российского цемента появилось после начала строительства в России сети железных дорог. Правительство и инвесторы вкладывали в сооружение путей и возведение сооружений значительные средства и хотели как можно скорее получать от них практическую пользу и отдачу. А ничего лучше бетона для быстрого строительства на тот момент не существовало. В 1856 г. в г. Гродзеце (в то время расположенном в Царстве Польском в составе Российской империи) был построен первый в России завод по производству портландцемента. В границах же современной России первым цементным заводом является Щуровский, построенный в 1870 г. в пригороде г. Коломны [2, 3].

Под «золотым дождём» от железнодорожных и строительных подрядчиков цементная промышленность начала расти как на дрожжах. По всем городам и весям шёл поиск подходящих мест для строительства цементных заводов. Со второй половины XIX в. портландцемент прочно вошёл в строительную практику. В России над его созданием и совершенствованием много работал ученик Е. Г. Челиева проф. А. Р. Шуляченко[1], заслугой которого является то, что высококачественные отечественные портландцементы почти полностью вытеснили в России цементы иностранного производства.

В России цементные заводы появлялись один за другим, производство цемента неуклонно росло. Причём этот результат обходился довольно дёшево владельцам фирм, потому что оплата труда рабочих была минимальной, а условия работы — нечеловеческими.

[1] Алексея Романовича Шуляченко (1841–1903) считают «отцом русского цемента». Его научные труды посвящены теории твердения вяжущих, изучению причин разрушения бетона в портовых сооружениях и изысканию способов его предупреждения. Он был учеником Д. И. Менделеева и, в свою очередь, стал учителем для многих, но всё-таки делом всей жизни учёного стали работы по изучению, а затем и внедрению цементов.

Рисунок 1 — Цементные печи в музее Coplay Cement Company. Фото из архива Е. Н. Потаповой

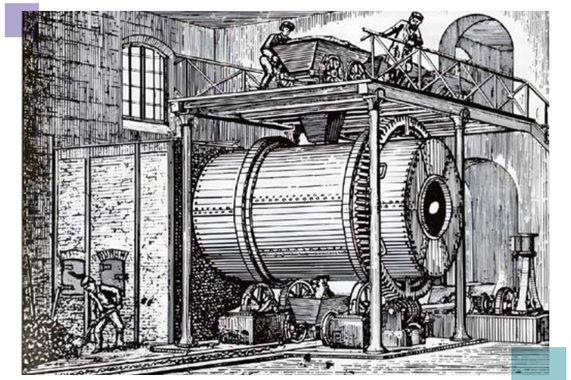


Рисунок 2 — Первая вращающаяся печь. Рисунок из архива Е. Н. Потаповой

Так как же получали цемент на первых цементных заводах? Для производства цемента в идеале требуются только два компонента — известняк (или карбонатный компонент) и глина (алюмосиликатный компонент). Поэтому известняк (или мел) и глину смешивали в определённых пропорциях в смесительных механических установках, а обжиг проводили в шахтных печах периодического действия. Позже появились более прогрессивные шахтные печи непрерывного действия. Как выглядели такие печи, сегодня можно увидеть только в США в музее Coplay Cement Company[1] (рисунок 1) [3].

Но прогресс не стоял на месте, и на смену шахтным печам пришли более эффективные и производительные горизонтальные вращающиеся печи (рисунок 2).

Механическая вращающаяся печь приводилась в движение паровым двигателем и вмещала 196,5 пуда сырьевой шихты. Вращающаяся печь представляла собой футерованный огнеупорами металлический цилиндр, опирающийся на роликовые опоры. Для передвижения обжигаемого материала в печи её устанавливали под углом 4–5° к горизонту. Сырьевая смесь, загружаемая с холодного конца, двигалась при вращении печи навстречу продуктам горения топлива. И сегодня горизонтальные вращающиеся

[1] Первый цементный завод в США Coplay Cement Company был основан в 1866 г. Дэвидом О. Сэйлором в долине Лихай штата Пенсильвания. Дэвид О. Сэйлор считается «отцом» американской цементной индустрии. Именно этот цементный завод, ныне музей, принадлежал Сэйлору, и музей был создан в его честь.

печи — это основное оборудование для получения портландцементного клинкера [3].

Цементная отрасль, наряду с металлургией, электроэнергетикой, химией и машиностроением, определяет экономический потенциал и уровень промышленного развития любой страны. Динамично развивающийся строительно-инвестиционный комплекс России, основу которого составляет цементная промышленность, даёт возможности расширения объёмов производства, ассортимента выпускаемой продукции. Роль цемента в современном строительстве очень велика, его ничем невозможно равноценно заменить. Цемент и изготовляемые из него бетон и железобетон являются в настоящее время основными строительными материалами, которые используются в самых разнообразных областях строительства. Цемент в качестве вяжущего материала является одним из основных компонентов для большинства сухих строительных смесей. При этом цемент остаётся относительно простым, универсальным и дешёвым веществом, для изготовления которого требуются широко распространённые материалы — известняк, мергель, глины, мел, гипс [3].

Отечественная цементная промышленность развивалась скачкообразно и неравномерно. Это, однако, способствовало тому, что рост цементной промышленности сопровождался непрерывным улучшением технологии производства и увеличением мощности оборудования. Так, если на первом заводе портландцемента обжиг сырья производился в простых шахтных печах высотой до 5 м, то одна из первых вращающихся печей имела длину 11 м и диаметр 1,5 м. В 1900 г. уже имелись печи диаметром 2 м и длиной 35 м, их суточная производительность составляла 30 т. Длина печи и её диаметр постоянно увеличивались. Одна из самых длинных печей (232×7,6 м) производительностью до 3 000 т в сутки была установлена в 1964 г. на заводе в г. Кларксвилл (штат Теннесси, США). В СССР аналогичная печь была пущена в строй в Узбекистане [3].

После Второй мировой войны начался бум в строительной индустрии по всему миру, и производство цемента росло огромными темпами. В 1950 г. мировое производство цемента составило уже 130 млн т. В 1962 г. СССР занял первое место в мире по выпуску цемента, а в 1971 г. производство цемента в стране превысило 100 млн т. Цементная промышленность СССР в то время отличалась высокой концентрацией производства. Средняя мощность цементного завода в СССР была почти в 2 раза выше, чем в США, и на 30% выше, чем в Японии. Но начиная с 1990 г. в России наблюдалось замедление темпов производства цемента, вплоть до 2008 г. новые заводы не строились, а старые характеризовались высоким уровнем изношенности оборудования.

В XXI в. центры мирового производства цемента уже находятся в Азии. Первое место в мировом выпуске цемента занимает Китай. В 2022 г. в Китае произведено более 2 млрд 130 млн т, или 50% от мирового объёма. Высокие показатели, а также высокие темпы роста производства демонстрируют Вьетнам, Индонезия и Египет. В мире всего лишь 12 стран производят цемент в количествах, превышающих 50 млн т в год. Среди них и Россия — крупнейший производитель цемента. В топ-12 входят восемь азиатских стран [2, 3].

Рисунок 3 — Современный цементный завод сухого способа производства. Фото из архива Е. Н. Потаповой

Тем не менее за 10 дней Китай производит столько же цемента, сколько цементная промышленность России за весь год. При этом количество произведённого цемента на душу населения в Китае составляет 1 729 кг/чел., в мире — 530 кг/чел., в то время как в России — 373 кг/чел.

В 2022 г. в России было выпущено 60,8 млн т цемента. Суммарная производственная мощность предприятий России на начало 2022 г., по данным Росстата, составила 102,4 млн т цемента (загрузка мощностей — 59,4%), в то время как сами производители говорят о мощностях по цементу 87,42 млн т (согласно информационно-техническому справочнику ИТС 6-2022 «Производство цемента» — по анкетам предприятий) [1]. Разница в 15 млн т — это существенно. Возникает вопрос: «Кому же верить и сколько на самом деле у российских предприятий имеется мощностей?»

За более чем двухсотлетнюю историю цемента существенное развитие получили техноло-

гии производства (рисунок 3). Современные цементные заводы полностью автоматизированы, здесь больше нет ручного труда — в карьерах работают «умные» машины, производство оснащено современными мельницами и печными установками [1].

В настоящее время по сравнению с 1990 г. в составе технологического оборудования российских заводов произошли существенные изменения, прежде всего за счёт ввода линий сухого способа и вывода из эксплуатации малоэффективных, морально и физически изношенных линий, оснащённых шахтными печами и устаревшими линиями, преимущественно мокрого способа производства. Однако в эксплуатации продолжают всё же оставаться физически и морально устаревшие технологические линии мокрого способа производства длиной до 100 м. Следует отметить, что в целом мокрый способ производства более затратен по сравнению с сухим, что будет показано ниже.

Сегодня развитие цементной отрасли, как и промышленности в целом, идёт по пути эколого-ориентированного научно-технологического развития и формирования нового регулирования на основе наилучших доступных технологий (НДТ) [4, 5, 6]. Производство цемента становится более экологичным, зелёным [7, 8].

Словосочетание «наилучшие доступные технологии» прочно вошло в жизнь. С одной стороны, НДТ — это совокупность экономически обоснованных технологических, технических и управленческих решений, применение которых позволяет обеспечить высокую ресурсоэффективность и предотвратить или существенно снизить негативное воздействие производственной деятельности на окружающую среду [4]. С другой стороны, НДТ — это ядро экологической промышленной политики Российской Федерации [9]. Для каждой отрасли определены свои, специфические наилучшие доступные технологии. Для цементной отрасли НДТ описаны в ИТС 6-2022 [1].

В ИТС 6-2022 наилучшие доступные технологии производства цемента разделены на несколько блоков:

- НДТ, направленные на повышение ресурсной (в том числе экологической) эффективности производства;
- НДТ, направленные на снижение выбросов взвешенных веществ (пыли неорганической);
- НДТ, направленные на снижение выбросов газообразных загрязняющих веществ;
- НДТ, направленные на снижение уровня шума;
- НДТ, направленные на улучшение экологических показателей предприятия.

Производство цемента является ресурсо- и энергоёмким процессом. Для получения 1 т продукции требуется 1,5 т сырьевых материалов (рисунок 4).

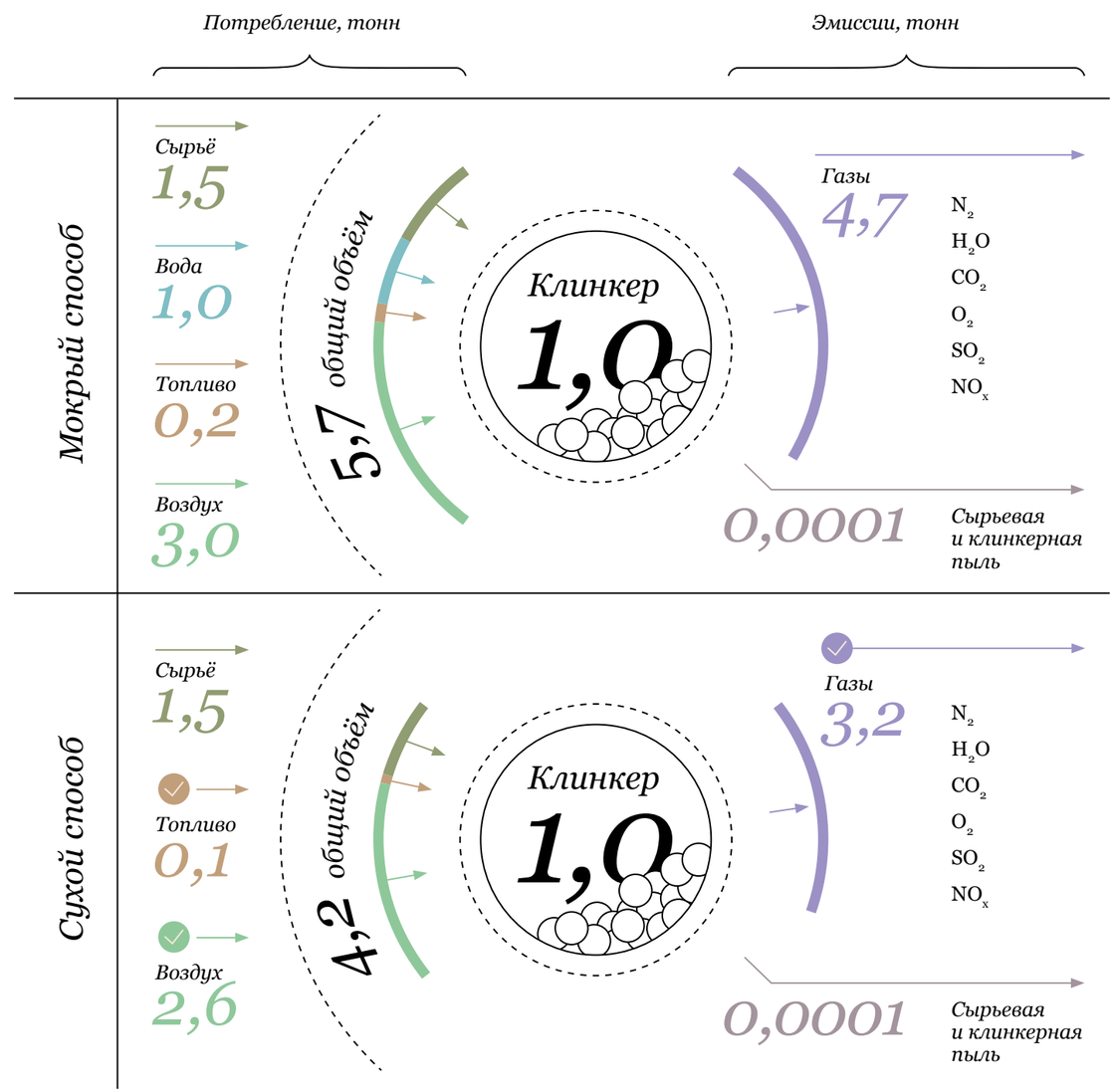


Рисунок 4 — Материальный баланс процесса производства портландцементного клинкера по мокрому и сухому способам производства. Рисунок составлен Е. Н. Потаповой

С экологической точки зрения именно мокрый способ оказывает наибольшее негативное воздействие на окружающую среду с учётом затрат материальных ресурсов и выбросов загрязняющих веществ. Производство портландцементного клинкера по мокрому способу требует расхода топлива примерно в 2 раза больше, чем по сухому. Тепло, получаемое при сжигании технологического топлива, расходуется на тепловые процессы клинкерообразования, испарение воды, а также теряется с отходящими газами, с воздухом из клинкерного холодильника, с горячим клинкером и т. д. [1, 2].

Снижение удельных расходов сырьевых материалов для производства портландцементного клинкера и цемента (НДТ 1) достигается за счёт замены природных сырьевых компонентов отходами производства (материалами из отходов) и снижения содержания доли клинкера в цементе до минимально допустимого уровня. Внедрение энергосберегающих технологий, снижение доли энергозатратных производств, оптимизация потребления природных ресурсов (сырья, топлива, минеральных добавок), вовлечение в оборот вторичных сырьевых ресурсов и использование современного оборудования и технологий являются приоритетными задачами отрасли.

Сократить (минимизировать) удельные расходы тепла на обжиг клинкера (НДТ 3) возможно путём применения следующих объединённых технических решений [1]:

- использование сухого способа производства, оптимизация количества ступеней циклонного теплообменника в соответствии с характеристиками используемых сырьевых материалов;
- рекуперация избытка тепла из печной системы, особенно из клинкерного холодильника, использование рекуперированного тепла для сушки сырьевых материалов;
- для вновь строящихся и модернизируемых предприятий применение оптимальной печной системы и стабильного режима работы печного агрегата в соответствии с установленными параметрами;
- использование высококалорийного топлива с характеристиками, оказывающими положительный эффект на снижение удельного расхода тепла;
- минимизация подсосов атмосферного воздуха в печную систему;
- минимизация газового потока в систему байпаса;
- для предприятий мокрого способа производства цемента минимизация влажности сырьевого шлама путём замены части природных компонентов на техногенные материалы и применения разжижителей шлама.

Для НДТ 3 в ИТС 6-2022 установлены показатели удельного расхода тепловой и электрической энергии на обжиг клинкера (таблица 1) [1].

Таблица 1 — Показатели ресурсной эффективности производства цементного клинкера и цемента

Показатель	**Значение**
Удельный расход тепловой энергии на обжиг клинкера, ГДж/т клинкера:	
для заводов сухого способа производства	3,00–4,12
для заводов мокрого способа производства	5,40–6,45
для заводов комбинированного способа производства	3,95–4,54
Удельный расход электроэнергии на производство портландцемента, кВт·ч/т цемента:	
для заводов сухого способа производства	110–140
для заводов мокрого способа производства	100–135

На повышение ресурсной (в том числе энергетической) эффективности направлены также НДТ 4, 7 и 8.

НДТ 4. Снижение потребления тепловой энергии путём выработки дополнительного количества электроэнергии или тепла путём объединения заводов с теплоэлектростанциями или теплоцентралями на базе полезной рекуперации тепла, в пределах схем регулирования энергии, которые экономически устойчивы.

НДТ 7. Разработка, реализация, поддерживание в рабочем состоянии и постоянное выполнение определённых требований системы энергетического менеджмента (СЭнМ).

НДТ 8. Использование интеллектуальных систем управления и оптимизации процессов производства.

В 1989–2008 гг. в России ввод новых мощностей не осуществлялся. Начиная с 2008 г. в стране построено много новых предприятий сухого способа производства, которые сегодня являются гордостью отрасли и демонстрируют высокие показатели ресурсо- и энергоэффективности. Показателен опыт заводов, которые при модернизации производства вначале

переходят с мокрого на комбинированный, а затем и на сухой способ производства. И если в 2014 г. доля цемента, произведённого сухим способом, составляла лишь 27,0%, то к 2020 г. с применением энергоэффективных технологий производства было выпущено уже более 60% цемента [1].

С 2021 г. этот показатель начинает немного снижаться. Появляется сообщение об освоении на востоке страны введённой в эксплуатацию в 2018 г. третьей технологической линии мокрого способа производства мощностью около 150 тыс. т цемента в год. Возникает вопрос: «Почему было запланировано строительство технологической линии мокрого, а не комбинированного способа производства?»

Авторы работы [10] приводят перечень причин, которые не позволяют с уверенностью сказать, по какой технологии будет построен следующий цементный завод в Российской Федерации.

Причина номер 1. Географическая. В Российской Федерации плотность потребления цемента одна из самых низких в мире. По этому показателю мы находимся на 148-м месте в мире. Для примера, в 2017 г. в Северной Корее потребление цемента составило 574,2 т / кв. км, в Иране — 29,7 т / кв. км, а в России — 3,2 т / кв. км, для европейской части нашей страны этот показатель достигает 10,6 т / кв. км [11]. Потребление цемента большинства регионов не превышает 500 тыс. т цемента в год. Предприятия, у которых мощность выше, часть своей продукции вынуждены транспортировать железнодорожным транспортом на большие расстояния. Часто доходность таких продаж стремится к нулю. Для того чтобы во всех регионах нашей страны было сбалансированное производство и потребление цемента, необходимо проектировать и строить заводы сравнительно небольшой мощности: в пределах 300–500 тыс. т цемента в год.

Причина номер 2. Технологическая. Отечественные производители основного цементного оборудования не могут предложить технологическую линию под ключ по сухому способу производства, но могут предложить основное оборудование, например цементную печь и мельницу для мокрого способа производства. При этом мощность одной цементной печи позволяет создавать предприятия небольшой мощности, соответствующие запросам рынка. Зарубежные поставщики оборудования не предлагают готовых комплектных решений для небольших заводов. Это означает, что стоимость 1 т мощности сбалансированного с рынком предприятия будет существенно выше стоимости 1 т мощности цементного завода по производству, например, 1,2 млн т цемента в год.

Причина номер 3. Экономическая. При текущей стоимости топлива производители цемента по мокрому способу производства могут конкурировать с энергоэффективными производствами.

Отметим, что третья позиция вступает в явное противоречие с принципами экологической промышленной политики Российской Федерации — политики повышения ресурсной эффективности производства.

Возможно, это и есть ответ на вопрос: «Почему было запланировано строительство технологической линии мокрого способа производства?» Но всё же: «Кто хочет работать, тот ищет возможности, а кто не хочет — ищет причины».

Ещё один пример. В 2020 г. состоялся ввод в эксплуатацию нового завода на Урале. В новостных лентах технологии названы современными, но на самом деле на предприятии с проектной мощностью 550 тыс. т серого цемента в год реализован устаревший и неэффективный мокрый способ производства. Проект разработан одним из ведущих отраслевых проектных институтов. И опять возникают вопросы. Почему ведущая российская проектная организация проектирует сегодня ресурсозатратное предприятие? Где, как и кем была произведена оценка воздействия на окружающую среду? Почему не учтены требования наилучших доступных технологий? Чья ошибка (пусть даже неосознанная), чьё заблуждение привели к тому, что в проекте было предусмотрено использование устаревшего технологического оборудования? Вопросов много, ответов только нет.

На сайте предприятия представлены красивые картинки, видеоролики и анимационные картинки производства и указывается, что «производство цемента осуществляется мокрым способом, признанным оптимальным». Как энергозатратный способ производства может быть оптимальным и кто это признал?

Менеджеры (или маркетологи?) гордятся тем, что на предприятии установлено оборудование компаний, являющихся лидерами мировой цементной промышленности: Scheuch GmbH, Elex AG, Intercem Cement AG, Claudius Peters Projects GmbH, Fundiciones del Estanda S. A., Gecos GmbH, AUMUND Fördertechnik GmbH, Schenck Process Europe GmbH, UNITHERM-CEMCON Firingsystems GesmbH, GEOCON GmbH & Co. KG. Да, это лидирующие западные компании, но сегодня во всём мире разрабатывается и совершенствуется оборудование для сухого способа, а оборудование для мокрого способа производства ни в Европе, ни в Азии уже никому не нужно, поэтому и продаётся с большим дисконтом. По В. А. Гиляровскому: «Лозунг Сухаревки: «На грош пятаков!»

Производство клинкера на новой технологической линии осуществляется в печи Ø4,5×170 м производительностью 55 т/ч или 1320 т клинкера в сутки. Длинные печи металлоёмки, огромная нагрузка на фундамент, значительная часть печи выполняет функции

испарителя воды. Но, по-видимому, руководители предприятия этого не осознают.

Для помола портландцементного клинкера предложено использовать шаровые трубные мельницы, которые в настоящее время всё чаще вытесняются более экономичными помольными агрегатами: вертикальными тарельчато-валковыми мельницами и пресс-валковыми измельчителями. То есть разработчики рекомендовали выбрать неэффективное, ресурсозатратное оборудование.

Единственным плюсом можно считать установку мощного пылеулавливающего фильтра, который, согласно информации, размещённой на сайте предприятия, обеспечивает очистку отходящих газов от пыли на 99,975%. Но поживём — увидим, насколько заявленные характеристики соответствуют действительности.

Обсудим выбор применяемых сырьевых материалов. Руководители предприятия полагают, что низкое содержание примесей в известняке и глинистом компоненте — это очень хорошо и «даёт возможность производить качественный портландцементный клинкер». Но, во-первых, отсутствует информация о том, какие применяются корректирующие железосодержащие добавки и применяются ли они вообще. И, во-вторых, без микропримесей (оксидов щелочных и щелочноземельных металлов) не образуются стабильные формы клинкерных минералов, существенно повышается температура клинкерообразования и, следовательно, количество используемого топлива.

Согласно информации, представленной на сайте предприятия, цементный завод производит портландцемент марок ЦЕМ I 52,5 Н ГОСТ 31108-2020 и ЦЕМ I 42,5 Н ГОСТ 31108–2020. Однако представлен только сертификат соответствия на ЦЕМ I 42,5 Н ГОСТ 31108–2016, срок действия которого закончился в ноябре 2021 г. В связи с этим возникает ещё один вопрос: «Почему отсутствуют сертификаты соответствия на выпускаемую в данный момент продукцию?» Опять небрежность? Заблуждение?

С другой стороны, на предприятии изначально был запланирован бездобавочный цемент марки 500, в то время как во всём мире компании стремятся к снижению количества клинкера в цементе, сокращению углеродоёмкости продукции и производят многокомпонентные добавочные цементы [12, 13, 14]. Разработчики этого не знали? Как и не знакомы они с современными тенденциями производства цемента [15], не читают отраслевой журнал «Цемент и его применение», в каждом номере которого подробно освещаются данные вопросы?

Аналитики компании СМПРО считают, что основная причина — это низкая ценность цемента у потребителей. Кризис 1990-х гг., в результате которого потребление цемента сократилось в более чем в 3 раза, привёл к острейшей конкурентной борьбе между производителями. Предложение цемента без добавок по минимальным ценам стало одним из способов борьбы за потребителя. Со временем у значительной части строителей сформировался стереотип «качественного» цемента: отсутствие добавок и высокие прочностные характеристики на ранних сроках схватывания. Учитывая относительно низкую стоимость цемента на рынке, строители отдают предпочтение самому дорогому виду общестроительного цемента ЦЕМ I 42,5 с содержанием портландцементного клинкера 95–100%.

Нельзя исключать и влияние фактора стоимости добавок. Любую добавку необходимо добыть, погрузить, перевезти, выгрузить, довести до необходимого уровня качества, а это приводит к росту затрат. Если учесть стоимость самих добавок (вторичных ресурсов, то есть отходов или материалов из отходов), то общие затраты могут достичь себестоимости клинкера. Поэтому на повестке дня должен стоять вопрос регулирования стоимости вторичных ресурсов (техногенных отходов).

Меры государственной поддержки, реализуемые в рамках экологической промышленной политики, позволяют регулятору стимулировать разработку и реализацию проектов модернизации промышленных предприятий, направленных на обновление производства, повышение его ресурсной и экологической эффективности, на достижение Целей устойчивого развития. Критерии дофинансовой оценки проектов базируются на концепции НДТ; при проведении такой оценки учитываются показатели ресурсо- и энергоэффективности, а также углеродоёмкости производства [16].

С 2022 г. при актуализации информационно-технических справочников по НДТ каждой отрасли производства устанавливаются индикативные показатели выбросов парниковых газов [17, 18]. В ближайшее время индикативные показатели будут установлены и для производства цемента. И тогда всем станет понятно, что руководство уральского предприятия очень сильно заблуждается, говоря о том, что построен и введён в строй современный («оптимальный») объект. И региональным органам власти, прежде чем признавать проект создания приоритетным и присваивать ему особый статус, позволивший применять налоговые льготы, следовало бы опираться на авторитетное экспертное мнение. Иначе получается, что все вместе вносят вклад в копилку гринвошинга, неосознанно, но вносят.

К счастью, далеко не все цементные заводы так заблуждаются. В отрасли много предприятий мокрого способа производства, которые проводят реконструкцию, постоянно совершенствуются, думают на шаг вперёд. Перечислять их не станем — их много, и не хочется кого-то забыть.

Цемент — это основа многих строительных материалов, его производят уже более 150 лет и ещё долго будут производить. Сбывается предсказание Д. И. Менделеева, писавшего в 1891 г.: «Цемент, составляющий одно из важнейших приобретений между приложениями химии к потребности жизни, есть строительный материал будущего». Но для того, чтобы и завтра, и послезавтра промышленность развивалась, выпуская качественный зелёный цемент, чтобы наши дети и внуки могли любоваться природой, надо сегодня рачительно использовать природные ресурсы, поменьше лукавить и не заблуждаться.

Литература

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Производство цемента» ИТС 6-2022.
2. Потапова Е. Н., Волосатова М. А. Производство цемента // Энциклопедия технологий 2.0: Производство неметаллов / под ред. Д. О. Скобелева. — М.; СПб.: Реноме, 2022. — С. 207–318.
3. Потапова Е. Н. История вяжущих материалов. — СПб.: Лань, 2018. — 224 с.
4. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // Journal of New Economy. — 2020. — Т. 21. — № 4. — С. 153–173.
5. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
6. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
7. Потапова Е. Н., Гусева Т. В., Тихонова И. О., Аверочкин Е. М. Наилучшие доступные технологии как движущая сила эколого-технологической модернизации производства цемента // Цемент и его применение. — 2022. — № 6. — С. 40–43.
8. Гусева Т. В., Волосатова А. А., Тихонова И. О. Направления совершенствования таксономии зелёных проектов для устойчивого развития промышленности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2022. — Т. 24. — № 5 (109). — С. 28–35.
9. Скобелев Д. О. Очередной этап развития системы эколого-технологического регулирования промышленности в России // Экономика устойчивого развития. — 2022. — № 1 (49). — С. 83–89.
10. Гузь В. А., Высоцкий Е. В. Российская цементная промышленность в 2022 году // Цемент и его применение. — 2023. — № 1. — С. 16–19.
11. CMPRO. Reporting on Russia // World Cement. — 2021. — № 1. — С. 12–16. — URL: https://www.worldcement.com/magazine/world-cement/january-2021/.
12. Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зелёного) развития Российской Федерации».
13. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.».
14. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
15. Распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 № 868-р «Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года».
16. Скобелев Д. О., Волосатова А. А. Разработка научного обоснования системы критериев зелёного финансирования проектов, направленных на технологическое обновление российской промышленности // Экономика устойчивого развития. — 2021. — № 1 (45). — С. 181–188.
17. Башмаков И. А., Скобелев Д. О., Борисов К. Б., Гусева Т. В. Системы бенчмаркинга по удельным выбросам парниковых газов в чёрной металлургии // Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. — 2021. — Т. 77. — № 9. — С. 1071–1086.
18. Доброхотова М. В., Скобелев Д. О. Организационно-экономический механизм регулирования углеродоёмкости в промышленности // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: https://esj.today/PDF/26ECVN123.pdf.

Очистка сточных вод: взаимодействие заинтересованных сторон

Юлиана Николаевна Бурвикова,
к. х. н., ведущий научный сотрудник ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

Евгений Викторович Веницианов,
д. ф.-м. н., профессор, заведующий лабораторией охраны вод Института водных проблем РАН

Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы с ней сравниться по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов. Не только земная поверхность, но и глубокие — в масштабе биосферы — части планеты определяются, в самых существенных своих проявлениях, её существованием и её свойствами.

В. И. Вернадский

В этой статье мы обратимся к важнейшей части водного цикла, к очистке сточных вод перед возвращением их в природные водные объекты. Предметом дискуссии станут особенности взаимодействия заинтересованных сторон — абонентов предприятий, обеспечивающих очистку сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов (будем называть их Водоканалами и использовать аббревиатуру ЦСВП), и их абонентов, а также всех, кого принято относить к сторонам, затронутым результатами деятельности Водоканалов. «Так это же мы все», — воскликнете вы. — Так и есть. И начнём мы обсуждение с детства, со школьных лет.

На уроках математики нас учили сначала правильно записывать условия задачи в тетрадь (помните: слева дано, под чертой что надо найти, справа — решение), а потом учили составлять задачи самостоятельно, так, чтобы данных хватало для адекватного решения. Потом мы узнали, что есть условия, которые называют необходимыми и достаточными, то есть при выполнении таких условий мы можем найти решение. Однако бывают необходимые, но недостаточные условия, то есть для решения задачи необходимое условие должно выполняться, но для получения правильного ответа придётся учесть дополнительные данные.

Школьные годы пролетели давно, основы математики забыты надёжно, иначе и не объяснишь содержание фантастических пояснительных записок, составленных сотрудниками предприятий (или их консультантами), которые, к сожалению, нередко приходится читать экспертам.

Итак, дано: очистные сооружения, которые имеют производительность *V* (объём годового сброса очищенных сточных вод в принимающий водный объект), при этом сам годовой сброс достигает величины 3*V*. Вопрос: каким образом на пути от очистных сооружений до реки сброс возрастает в 3 раза?

Сразу вспоминаются мультфильмы и стихи о нерадивых школьниках, попадающих в страну невыученных уроков. Самуил Маршак написал так:

> *Задачу задали у нас.*
> *Её решал я целый час,*
> *И вышло у меня в ответе:*
> *Два землекопа и две трети.*
>
> *С. Я. Маршак.*
> *Шесть единиц (про одного ученика)*

Авторов пояснительных записок и заявок на комплексные экологические разрешения не смущает то, что ответ получился равным 2,66(6) землекопам.

Рассмотрим детально и задачку, и причины принятия решения, которое привело к нетривиальному ответу. Согласно правилам отнесения централизованных систем водоотведения (канализации) к централизованным системам водоотведения поселений или городских округов, утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.05.2019 № 691 [1], централизованная система водоотведения (канализации) (ЦСВ) подлежит отнесению к централизованным системам водоотведения поселений или городских округов (ЦСВП), если объём сточных вод, принятых в ЦСВ, от жилых объектов составляет более 50% общего объёма сточных вод, и одним из видов экономической деятельности рассматриваемого предприятия является деятельность по сбору и обработке сточных вод.

Перечитав два-три раза юридическое определение, уясним наконец: если бóльшая часть принимаемых на очистные сооружения вод — это сточные воды поселения (хозяйственно-бытовые), то, стало быть, речь идёт о ЦСВП.

Но дальше возникают различные нестыковки. Вспомним, что до начала 1990-х гг. все заводы и фабрики, равно как и канализационные системы, находились в государственной собственности и соответственно управлялись государством.

Типичная ситуация советских времён: строится и вводится в эксплуатацию так называемое градообразующее предприятие, затем оно обрастает жилыми кварталами, где по началу проживают только работники предприятия и их семьи, затем поселение расширяется, становится городом, открываются другие заводы, фабрики, объекты инфраструктуры и т. д. Очистные сооружения изначально строились с расчётом на очистку в первую очередь сточных вод того самого, первого предприятия, а уже потом — городских сточных вод. В какой-то момент предприятие (неожиданно) перестало быть государственным, а система канализации не изменилась. По документам ЦСВ — это ЦСВ поселения, а по факту на очистные сооружения принимаются разнообразные производственные сточные воды — «первого завода», многих других, хороших и разных, и всё бы ничего, если их менее 50% от общего объёма. В противном случае мы получаем ЦСВ, которая по документам вроде бы и система водоотведения поселения (городского округа), а фактически — нет.

Рисунок 2 — Условная схема разделения централизованной системы водоотведения (канализации) и централизованных систем водоотведения поселений или городских округов. Рисунок составлен Ю.Н. Бурвиковой

Это не самый странный из возможных случаев. Есть и посложнее истории. Например, очистные сооружения ЦСВП сбрасывают воду в пруд-отстойник или коллектор, который, в свою очередь, «впадает» в принимающий водный объект. Здесь оговоримся, что при очистке хозяйственно-бытовых сточных вод пруд действительно способен обеспечивать доочистку воды от соединений азота и фосфора за счёт природной биомассы, особенно если речь идёт о Водоканале небольшой мощности, расположенном в одном из южных регионов.

Однако мы рассматриваем иные ситуации, речь идёт о том, что в тот самый пруд или коллектор помимо сброса нашей воображаемой ЦСВП осуществляют сброс ещё и соседние промышленные предприятия. Помните? — Хорошие и разные. Если на этих хороших предприятиях функционируют собственные очистные сооружения, то, пожалуй, можно было бы и закрыть глаза на странную логистику сточных вод: чего не бывает. Но такие предприятия, заключив договор с нашей ЦСВП, получают регистрацию в федеральном реестре объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, как предприятия с нулевым сбросом, то есть с полным отсутствием сточных вод. Ловкость труб и никакого...?

Не совсем так. Предприятие работает, выпускает продукцию, скажем, нефтехимическую, и в результате реализации технологических процессов образуются производственные сточные воды. Количество таких сточных вод нередко отражено в договорах о транспортировке сточных вод и их последующем сбросе в водный объект. Если бы воды отводились на очистные нашей ЦСВП, то можно было бы предположить, что там они доочищаются, после чего и направляются в принимающий водный объект. Но в нашей истории (да, признаём, не воображаемой, а реальной, документированной) сточные воды нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий просто сбрасываются в реку через коллектор, по сути, через промежуточную трубу, а там никакой системы очистки нет и быть не может. Сточная вода перемещается как транзитный пассажир, а билет куплен такой: завод N — коллектор K — река R.

Теперь рассмотрим ситуацию с другой стороны. ЦСВП по закону принимает более 50% сточных вод от жилых кварталов, такие воды характеризуются присутствием типичных загрязняющих веществ, соответственно очистные сооружения проектируются именно для решения задачи очистки сточных вод более или менее определённого состава. А вот что делать, если ЦСВП по договорам принимает более 50%, а то и более 70% сточных вод от промышленных предприятий? Не пищевых, а нефтеперерабатывающих, химических, металлургических. Можно ли говорить о ЦСВП? Если руководствоваться Постановлением Правительства РФ от 31.05.2019 № 691 [1], то ответ прост: «Нет».

Есть и ещё более запутанные ситуации. Представьте предприятие, производящее определённую продукцию, у него, как и положено, есть свои очистные сооружения, которые тоже заканчиваются прудом-отстойником. В этот пруд, как и в предыдущем примере, поступают сточные воды других абонентов. Ситуация осложняется тем, что это предприятие уж точно никакого отношения к ЦСВП не имеет. Сооружения проектировались для очистки производственных сточных вод, образующихся в конкретных технологических процессах, здесь всё нормально и предсказуемо. Но что и как производят и, может быть, как предварительно очищают сточные воды остальные участники формирования совместного стока — это (по Григорию Горину) вопрос «тёмный и неизученный». Первый из серии вопросов о судьбе стока, объём которого в несколько раз превосходит объём сточных вод основного предприятия — владельца пруда. Каковы другие вопросы? Какую формулу ищем? Нет, не формулу любви, а формулу безответственности. Как, по каким показателям и нормативам следует оценивать качество очистки воды, которая из пруда-отстойника попадает в принимающий водный объект? Кому следует предъявлять претензии в случае обнаружения несоответствий? И главный вопрос — кому это выгодно?

Попав в подобную ситуацию, руководство ЦСВП нередко кивает или на «исторически сложившуюся ситуацию», которую никто не собирается менять, или на то, что оно зависит от решений, принимаемых местной администрацией. Странно: заключить договор на транзит чужих сточных вод без очистки ЦСВП может и даже получить оплату по договору может, а вот отвечать за свои действия не может. «Мы соседям сказали, что материализация состоялась.... Было изваяние, а стала Марья Ивановна. Многие верят» (Г. Горин. Формула любви).

Вот мы и получили задачу с многими неизвестными, да ещё и с переменными условиями. Практически — высшая математика. Но разбираться здесь, конечно же, надо не с точки зрения науки, а с точки зрения юриспруденции, и строгость законов не должна компенсироваться необязательностью их исполнения.

Вода представляет собой ключевой элемент развития цивилизации. Первые протоцивилизации названы «речными» неслучайно, именно реки обеспечивали бóльшую часть ресурсов, от их разлива зависело плодородие почв и выживание общины. Со временем человечество научилось применять сложные технические сооружения, позволяющие снизить риски неопределённости и зависимость от природных явлений и климата, но при этом значение рек не уменьшилось [2].

Только вот благополучие самих рек вызывает сомнения. Реки зачастую представляют собой основу сложных биосистем, способных к саморегуляции и самовосстановлению, но способность эта не безгранична. Снижение антропогенной нагрузки на реки может значительно ускорить их реабилитацию [3].

Испокон веков все нечистоты напрямую сбрасывались в реки, зачастую из них же осуществлялось водоснабжение. Чем быстрее росли города, тем острее вставал вопрос загрязнённости воды. По мере возможностей городские руководители старались бороться с проблемой, но традиционно не делами, а указами и запретами, которые в отсутствие альтернативных решений не приводили к желаемым результатам.

Средневековые города, тонущие в нечистотах, — это не фигура речи, а вполне реальное положение вещей, так как всё просто выплёскивалось в канавы, а то и на городские улицы, а в Венеции — в каналы, которые и сегодня играют роль улиц.

В Париже на рубеже XIV–XV вв. появляется первый высочайший запрет о сбросе нечистот в Сену, но несмотря на угрозу тюремного заключения, эффективным его назвать трудно. В XVI в. Людовик XII и Франциск I предпринимали попытки решить проблему сброса нечистот в реку в «просвещённейшем городе Европы» [4].

Россия в этом вопросе также не отставала: при царе Алексее Михайловиче был утверждён «Наказ о городском благочинии», который стал частью «Соборного уложения», но более серьёзно темой санитарного благополучия занялся его сын. Знаменитый Указ Петра I от 1699 г. «О наблюдении чистоты в Москве и о наказании за выбрасывание сору и всякого помёту на улицы и переулки» обязывал жителей столицы следить за чистотой дворов и улиц, а отходы вывозить за пределы городской застройки и засыпать землёй. Нарушителей ждало довольно суровое наказание: «Кто станет по большим улицам и по переулкам всякий помёт и мертвечину бросать, такие люди взяты будут в земский приказ, и будет им за это учинено наказание — битьё кнутом, да с них же взята будет пеня». При повторных проступках штраф мог доходить до 10 руб., что по тем временам было немалой суммой [5].

Дело Петра I в вопросах благоустройства столичных улиц продолжила Екатерина II, которая повелела «Накрепко запретить и неослабно наблюдать, чтобы в Москву-реку и прочие через город текущие воды никто никакого сору и хламу не бросал и на лёд нечистот не вывозил».

При этом основные загрязняющие вещества в разные времена были разными: так, Дмитрий Иванович Менделеев считал самой сложной проблемой XX в. утилизацию конского навоза, скапливавшегося на улицах городов, ведь «поголовье лошадей будет и дальше прирастать прежними темпами» [6]. Однако проблема решилась, когда мы пересели из экипажей в автомобили, правда, на месте одной самой по себе решившейся проблемы сразу же возникли новые.

В наши дни всё более актуальными становятся задачи рационального использования,

экономии ресурсов, разумеется, для широкой общественности наиболее очевидны примеры, связанные с бытовыми аспектами, хотя они и являются каплей в море. Скажем, граждане вполне воспитуемы в вопросах экономии воды. Известен забавный случай, описанный журналистом-международником Всеволодом Владимировичем Овчинниковым, много лет проработавшим в Англии, в вышедшей впервые в 1980-е гг. книге «Корни дуба», содержащей впечатления и размышления об Англии и англичанах [7]. Жители Туманного Альбиона, приезжавшие в Советский Союз, безуспешно искали в номерах гостиниц пробки, которыми, по их мнению, следовало затыкать сливное отверстие, и так мыться, бриться и т. д. Им не верилось, что можно умываться в проточной воде, которая просто бесполезно утекала, ведь у себя на родине люди привыкли водой после принятия ванны мыть полы, поливать растения, проводить мелкую стирку и др. Для нас это пока ещё необычно, зачастую даже дико, хотя у многих жителей установлены счётчики расхода воды.

В большинстве случаев современные Водоканалы занимаются и вопросами водоснабжения, и проблемами водоотведения и очистки сточных вод. Отрасль очистки хозяйственно-бытовых сточных вод принципиально отличается от остальных отраслей экономики тем, что её деятельность направлена не на добычу природных ископаемых или производство товаров, а непосредственно на снижение негативного воздействия на водные объекты. То есть Водоканалы, в отличие от других отраслей, по сути своей являются природоохранными предприятиями, они представляют собой защитный барьер для водных объектов. Тем не менее в соответствии с нормами действующего законодательства ЦСВП относятся к объектам негативного воздействия на окружающую среду (НВОС).

Все объекты, отнесенные к I категории НВОС (всего их более 6200), должны обеспечить соответствие требованиям наилучших доступных технологий (НДТ) и получить комплексные экологические разрешения (КЭР). Подчеркнём, что наилучшие доступные технологии мы понимаем как совокупность технологических, технических и управленческих (организационных) решений, направленных на повышение ресурсной эффективности, снижение негативного воздействия на окружающую среду и ограничение выбросов парниковых газов экономически целесообразными методами [8].

Сведения об НДТ, применяемых в той или иной отрасли экономики, систематизируются в документах по стандартизации — информационно-технических справочниках (ИТС), которые разрабатываются при участии ведущих научно-исследовательских учреждений и регулярно актуализируются [9].

Россия была первым государством, которое установило отраслевые технологические показатели (ТП) НДТ в сфере очистки сточных вод с использованием ЦСВП. ТП установлены в результате разработки уникального ИТС в сфере очистки хозяйственно-бытовых сточных

вод (разработан впервые в 2015 г., актуализирован в 2019 г.) [10]. Этот справочник рекомендован странам БРИКС и ЕАЭС для использования в качестве документа, закладывающего основы применения НДТ для регулирования вопросов очистки сточных вод [11, 12].

В ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [10] для объектов ЦСВП технологические показатели НДТ устанавливаются с учетом категорий принимающих водных объектов [13] или их частей, а также диапазонов мощности самих очистных сооружений.

Наиболее распространён сброс в водные объекты категории Б — это объекты акватории Азовского, Чёрного, Японского, Балтийского и Каспийского морей (в их числе Амур, Волга, Дон, Кама, Москва-река, Нева и другие крупные реки).

Вне зависимости от крупности предприятия и категории водного объекта для ЦСВП установлено семь технологических показателей: химическое и биохимическое потребление кислорода (ХПК и $БПК_5$), взвешенные вещества, азот аммонийный, азот нитратов и нитритов, а также фосфор фосфатов. При этом количественные характеристики содержания загрязняющих веществ в сточных водах (мг/дм^3), достижимые при применении НДТ на конкретной ЦСВП, установленные для категорий А, Б, В, Г, отличаются друг от друга.

Значения эти устанавливаются в ИТС на основании сопоставительного анализа (бенчмаркинга) показателей, достигнутых каждым из субъектов в данной сфере деятельности, то есть каждым Водоканалом.

Перечень показателей надёжно описывает уровень очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Но, как мы уже обсуждали, предприятия ЦСВП часто принимают на очистку и производственные сточные воды, которые также характеризуются набором специфических загрязняющих веществ. Технологические показатели для таких сточных вод установлены в ИТС соответствующих отраслей. При правильно выстроенной схеме производственные сточные воды проходят первый этап очистки непосредственно на предприятиях, а уже после этого поступают на очистные сооружения Водоканалов. Объём таких вод обычно меньше, чем объём хозяйственно-бытовых, и очистные сооружения ЦСВП справляются с решением задачи доочистки производственных сточных вод перед сбросом их в природные водные объекты.

Крупность очистных сооружений зависит от объёма сточных вод, которые могут принять очистные сооружения, это регламентировано Постановлением Правительства РФ от 15.09.2020 № 1430 «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов» [14] (таблица 1).

Таблица 1 — Категории очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности

Категория очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности	**Объем сброса сточных вод в водный объект,** м^3/сут
Сверхкрупные очистные сооружения	Свыше 600 000
Крупнейшие очистные сооружения	200 001 — 600 000
Крупные очистные сооружения	40 001 — 200 000
Большие очистные сооружения	10 001 — 40 000
Средние очистные сооружения	4001 — 10 000
Небольшие очистные сооружения	1001 — 4000
Малые очистные сооружения	101 — 1000
Сверхмалые очистные сооружения	10 — 100

В этом же документе приведены ТП с привязкой к крупности ЦСВП и категории принимающего водного объекта. Учитывая, что бóльшая часть водных объектов относится к категории Б, приведём технологические показатели именно для них (таблица 2).

Таблица 2 — Технологические показатели для очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов, предназначенных для очистки смешанных (городских) сточных вод при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б

Категории очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов по мощности	**Технологические показатели (среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ в смешанных (городских) сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, не более),** мг/дм^3						
	Взвешенные вещества	**ХПК**	**БПК$_5$**	**Азот аммонийный**	**Азот нитратов**	**Азот нитритов**	**Фосфор фосфатов**
Большие — сверхкрупные очистные сооружения	10	80	8	1	9	0,1	0,7
Малые — средние очистные сооружения	15	80	10	1,5	12	0,25	1 (1,5)
Сверхмалые очистные сооружения	15	80	12	8	18	0,25	5

При этом технологические показатели, характерные для ЦСВП, могут частично совпадать с ТП отраслевых ИТС: например, если рассматривать показатели для производства продуктов питания или животноводства, то увидим, что перечень технологических показателей аналогичен перечню для ЦСВП и включает ХПК, БПК$_5$, взвешенные вещества, азот аммонийный, азот нитритов, нитратов и фосфор фосфатов.

Технологические показатели очистки сточных вод предприятиями нефтедобычи также включают ХПК, но в перечень непременно входит нефть (нефтепродукты). В случае производства аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот к перечню, характерному для ЦСВП, добавляются сульфат- и хлорид-ионы.

Приоритетные методы очистки напрямую зависят от состава и типа сточных вод, что и обусловливает разнообразие очистных сооружений — от канализационных очистных сооружений (КОС) до специфических систем, ориентированных на очистку промышленных сточных вод определённого состава.

Укрупнённо все КОС организованы по единой схеме: механическая очистка (механические решетки, песколовки), отстаивание, биологическая очистка (БОС), вторичное отстаивание, обеззараживание, если необходимо, очистные сооружения дооснащают блоком глубокой доочистки.

В большинстве случаев крупные Водоканалы принимают на очистку и хозяйственно-бытовые, и поверхностные, и производственные сточные воды, разумеется, бóльшая часть очищаемой сточной воды должна относиться к хозяйственно-бытовым стокам. Помните правило: >50%? Известные (и доступные) на настоящий момент технологии очистки коммунально-бытовых сточных вод на предприятиях ЦСВП обеспечивают почти полное удаление азота и фосфора, но, к сожалению, пока такие технологии применяются далеко не на всех очистных сооружениях.

В тех случаях, когда состав очищенных сточных вод ЦСВП не соответствует технологическим показателям, установленным в ИТС 10-2019, требуется разработка программы повышения экологической эффективности (ППЭЭ) [15], фактически — программы эколого-технологической модернизации. Наилучшие доступные технологии внедряются для удаления биогенных элементов (азота и фосфора); при этом технологические решения могут быть адаптированы к конкретным условиям, что позволяет внедрять однотипные схемы на предприятиях разной крупности. Это особенно актуально в тех случаях, когда сточные воды содержат мало органических веществ и нуждаются в ацидофикации, способствующей повышению содержания в сточной воде биологически доступного органического вещества. В результате соотношения БПК$_5$/N-N и БПК$_5$/P-PO$_4^{3-}$ увеличиваются и возрастает эффективность процессов денитрификации и дефосфотации.

В соответствии с принципами НДТ технологические решения должны быть экономически обоснованными, обеспечивающими должный уровень ресурсной эффективности и снижающими нагрузку на окружающую среду, прежде всего — на принимающий водный объект. Решения эти должны быть достаточны для решения задач ЦСВП, но не избыточны.

Пора, однако, вернуться к детской задачке, с которой мы начали эту статью. Рассмотрим теперь вполне реальный пример ЦСВП, расположенной на Волге. В соответствии с требованиями законодательства Водоканал был вынужден сначала разработать проект программы повышения экологической эффективности, а затем, после одобрения ППЭЭ, подать заявку на получение КЭР.

При разработке проекта ППЭЭ сотрудники Водоканала (или консультанты?) детально описали существующую систему очистки хозяйственно-бытовых вод, цель и задачи модернизации, но как-то невзначай забыли о некоторых абонентах — крупных нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях. Проект ППЭЭ был рассмотрен

Межведомственной комиссией и одобрен. Руководство Водоканала анонсировало начало модернизации очистных сооружений, которая позволит сделать воду в реке «ещё чище». Но неожиданно при рассмотрении заявки Водоканала на получение КЭР оказалось, что при проектной мощности сооружений биологической очистки ~14 000 тыс. м^3/год объём сброса выпускного коллектора превышает 45 000 тыс. м^3/год. Как же очистные сооружения могут сбрасывать в 3 раза больше, чем способны очистить? Ответ прост: предприятие ЦСВП заключило договоры с несколькими промышленными предприятиями о приёме и транзите производственных сточных вод. Акцентируем внимание читателя: о приёме не на очистные, а непосредственно в сбросной коллектор для транспортировки в Волгу. В рамках договоров промышленные сточные воды предприятий просто проходят несколько десятков дополнительных метров до сброса. Как это должно поспособствовать их очистке (и должно ли), остаётся загадкой.

При этом промышленные предприятия, заключившие договор с Водоканалом, стоят на учёте в Государственном реестре объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, как предприятия с нулевым сбросом. Оговоримся: здесь речь не идёт о том, что предприятия не проводят очистку своих производственных сточных вод на локальных очистных сооружениях. Вполне возможно, что они это делают и достигают технологических показателей, установленных в отраслевых информационно-технических справочниках. Но официально сбросов сточных вод у промышленных предприятий нет, по документам они попросту отсутствуют. Вспоминаем советскую мультипликацию: «Измерить температуру забортной воды не представляется возможным из-за отсутствия таковой!». Только в нашем случае физически вода всё же есть. Принцип суперпозиции, предложенный австрийским физиком Эрвином Шрёдингером в 1935 г., к сожалению, практически неприменим к физическим макрообъектам. Кошка не может быть живой и мёртвой одновременно, и мы не можем считать, что реальность действительно «размазана» в соответствии с волновой функцией.

Вызывает ли ощущение абсурдности, нереальности, затуманенности вся эта ситуация у специалистов рассматриваемого ЦСВП? — Нет. Для них положение дел представляется вполне нормальным, и они искренне задаются вопросом о том, отчего же при одобренной ППЭЭ отклонена заявка на комплексное экологическое разрешение. При этом увеличившийся более чем в 3 раза объём сточных вод их не смущает.

Справедливости ради, у руководства предприятий-абонентов тоже хочется спросить: «А вы, подписывая документы и оплачивая счёт, не увидели, что в графе «Предмет договора» стоит не очистка, а транзит сточных вод, и что принимаются они в коллектор, расположенный после (ниже) очистных сооружений? Или же увидели, но решили, что это уже не ваша ответственность?»

Похоже, все участники договорных отношений стремятся казаться организациями, следующими принципам социально-экологической ответственности, зелёными организациями. В густом тумане разнообразных заявлений, деклараций, дискуссий, отчётов нелегко разглядеть странную логистику сточных вод промышленных предприятий и особенности взаимоотношений между Водоканалом и его абонентами.

Владимир Иванович Вернадский писал, что нет природного тела, которое могло бы сравниться с водой по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов. Но он же утверждал, что в XX в. человечество стало геологической силой [16]. Мы не только используем водные ресурсы, мы меняем гидрографическую сеть, привносим в водную среду разнообразные химические вещества, интродуцируем (намеренно или ненамеренно) чуждые виды. Предприятия, обеспечивающие очистку сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов (Водоканалы), призваны сократить негативное воздействие на природные водные объекты. И все они — от малых до крупнейших — стремятся выполнять эту функцию, модернизировать технологические процессы, внедрять новые решения, обеспечивать удаление приоритетных загрязняющих веществ. В основу эколого-технологической модернизации положены принципы наилучших доступных технологий. Они достаточно хорошо известны, но тем не менее мы перечислим ещё раз ключевые:

- повышение ресурсной (в том числе энергетической) эффективности производства;
- предотвращение загрязнения окружающей среды и повышение экологической эффективности технологических процессов;
- установление измеримых и значимых (маркерных) показателей, характеризующих технологии, и обеспечение их достижения;
- минимизация отходов и вовлечение вторичных ресурсов в экономический оборот.

Подчеркнём: как определение НДТ и установление технологических показателей эмиссий и показателей ресурсной эффективности в ходе разработки и актуализации информационно-технических справочников, так и экспертная оценка соответствия предприятий требованиям НДТ в процессе принятия решений об одобрении ППЭЭ, выдаче КЭР, предоставлении мер государственной поддержки осуществляются в соответствии с чётко прописанными прозрачными процедурами. Поэтому следование принципам позволяет создать необходимые и достаточные условия, в которых каждая сторона действительно несёт ответственность за принятые решения, а возможности «экологического лукавства», гринвошинга, затуманивания и приукрашивания информации неуклонно снижаются.

Что и следовало доказать.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 31.05.2019 № 691 «Об утверждении Правил отнесения централизованных систем водоотведения (канализации) к централизованным системам водоотведения поселений или городских округов и о внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 сентября 2013 г. № 782».
2. Научно-популярная энциклопедия «Вода России» / под ред. Н. И. Алексеевского. — М.: Минприроды России, 2015. — 703 с.
3. Экологические основы охраны водных ресурсов / под ред. А. Л. Смирнова. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2019. — 192 с.
4. Reid D. Paris Sewers and Sewermen: Realities and Representations. — Harvard University Press, 1993. — 235 p.
5. Храменков С. В., Сигин А. П., Садова Н. И., Благова О. Е. 200 лет Московскому водопроводу. — М.: Мосводоканал, 2006. — 220 с.
6. Писаржевский О. Н. Дмитрий Иванович Менделеев. Жизнь замечательных людей. — М.: Молодая гвардия, 1949. — 300 с.
7. Овчинников В. В. Корни дуба. Впечатления и размышления об Англии и англичанах. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2005. — 290 с.
8. Скобелев Д. О. Наилучшие доступные технологии: опыт повышения ресурсной и экологической эффективности производства. — М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2020. — 257 с.
9. Skobelev D. Building the infrastructure for transforming Russian industry towards better resource efficiency and environmental performance // Procedia Env. Sci. Eng. & Man. — 2021. — V. 8. — No 2. — P. 483–493.
10. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019 Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.
11. Бегак М. В., Гусева Т. В. Проблемы проведения экологической реформы в России // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2015. — № 5. — С. 70–78.
12. Волосатова А. А., Гусева Т. В., Скобелев Д. О. Повышение ресурсной эффективности экономики как приоритет и стратегическая область научно-технологического сотрудничества стран БРИКС // Научно-технологическое и инновационное сотрудничество стран БРИКС. Материалы международной научно-практической конференции. — М.: ИНИОН, 2023. — С. 53–58.
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.10.2019 № 1379 «Об утверждении Правил отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов».
14. Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1430 «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов».
15. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
16. Вернадский В. И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). — М.: Мысль, 1967. — 374 с.

Производственные сточные воды: вопросы эколого-технологического нормирования

Ирина Олеговна Тихонова,
к. т. н., доцент РХТУ им. Д. И. Менделеева

Роман Александрович Мальцев,
директор Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности

Ольга Борисовна Латонова,
заместитель директора Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности Минприроды России

Сохранение чистой воды жизненно необходимо для нашей цивилизации. Чистая пресная вода, то есть вода приемлемого для использования человеком качества, — одна из основных природных ценностей, без которой невозможно не только экономическое процветание, но и сама жизнь. Именно поэтому в число Целей устойчивого развития (ЦУР), принятых в 2015 г. Организацией Объединённых Наций, входит ЦУР 6: «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех». Признание права человека на чистую воду и санитарию стало важным этапом современной истории.

Когда речь заходит об очистке сточных вод, в первую очередь все представляют очистные сооружения хозяйственно-бытовых вод поселений, хотя значительная часть сточных вод относится не к бытовым, а к производственным. Подчеркнём, что сточные воды промышленных предприятий содержат специфические загрязняющие вещества, часто опасные и токсичные как для окружающей среды, так и для человека; их состав и концентрации напрямую связаны с реализующимися на предприятии технологическими процессами.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2398 [1] установлены критерии отнесения объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), к четырем категориям. Так, к объектам I категории НВОС относятся «объекты по сбору и обработке сточных вод централизованных систем водоотведения (канализации) с объемом 20 тыс. м^3/сутки отводимых сточных вод и более». Данные объекты обязаны получать комплексные экологические разрешения (КЭР), в которых устанавливаются

технологические нормативы сбросов сточных вод, определённые на основе технологических показателей наилучших доступных технологий (НДТ).

Прежде чем обсуждать проблемы, связанные со сбросом неочищенных (недостаточно очищенных) сточных вод в водный объект, следует рассмотреть решения, позволяющие минимизировать этот сброс. Сделаем это на примере химических и нефтехимических предприятий. Отметим, что эти решения указаны как НДТ во многих отраслевых информационно-технических справочниках по НДТ, а также в межотраслевом ИТС 8-2022 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [2] (рисунок 1).

Поскольку повторное использование сточных вод в системе оборотного водоснабжения является тем основным средством, которое позволяет значительно сократить сброс сточных вод в водные объекты, в первую очередь следует рассмотреть возможность организации системы оборотного водоснабжения, что, безусловно, относится к наилучшим доступным технологиям.

С этой точки зрения сточные воды химических и нефтехимических предприятий могут быть разделены на две группы [3]:

I — сточные воды, приемлемые для общей системы оборотного водоснабжения, не содержащие растворенных нелетучих солей, кислот и щелочей, загрязнённые

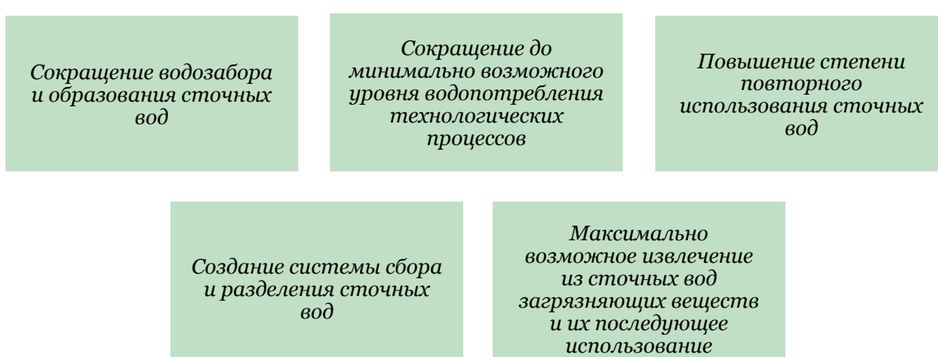


Рисунок 1 — Базовые наилучшие доступные технологии при обращении со сточными водами [2]

только легкоокисляемыми органическими веществами;

II — сточные воды, которые не могут быть направлены в общую систему оборотного водоснабжения из-за высокого содержания солей, кислот и щелочей, а также органических веществ, обладающих повышенной растворимостью в воде или трудноокисляемых.

Сточные воды I группы, составляющие обычно основную массу сточных вод химического или нефтехимического предприятия (более 95% общего водопотребления), по характеру загрязнений можно подразделить на два типа.

К *первому типу* относятся сточные воды, приблизительно постоянные по расчётному расходу и характеру загрязнений, свободные от твёрдых взвесей, содержащие только легко отстаивающиеся органические вещества — нерастворённые и растворённые, извлечение которых из сточных вод экономически нецелесообразно. К этому типу следует отнести воды от охлаждения поверхностных холодильников и конденсаторов, в некоторых случаях — воды из конденсаторов смешения, воды от охлаждения сальников насосов и других узлов различных машин; некоторые реакционные воды, конденсат от паровых эжекторов, конденсат от перегонки с водяным паром, отстойные воды дистиллатных продуктов и др. Воды этого типа могут сбрасываться в коллектор оборотных вод непосредственно на технологических установках через локальные отстойники. В случае однородности органических загрязнений в сточных водах нет необходимости даже в локальных отстойниках. Например, на нефтеперерабатывающем заводе, когда сточные воды со всех установок, обслуживаемых общим блоком оборотного водоснабжения, содержат только нефтепродукты, воды этого типа могут быть отведены в коллектор оборотных вод без локальных очистных сооружений.

Ко *второму типу* относятся сточные воды, образующиеся периодически с переменной концентрацией загрязнений, с возможным содержанием твёрдых взвесей. Сюда же должны быть отнесены всевозможные залповые и аварийные сбросы. Загрязняющими примесями в этих водах могут быть жидкие малорастворимые в воде органические вещества, растворённые органические вещества и твёрдые взвеси. К этому типу могут быть отнесены, например, дождевые сточные воды, воды от смыва полов производственных помещений и технологических площадок; воды из резервуарных парков дистиллатных продуктов; некоторые воды от промывки или пропарки аппаратуры. Воды этого типа должны направляться в систему оборотного водоснабжения через отстойники-усреднители с большим временем отстаивания. При этом воды, сильно загрязнённые трудноотстаивающимися органическими эмульгированными и твёрдыми веществами, должны освобождаться от большей части загрязнений в локальных очистных сооружениях и только после этого направляться в отстойник-усреднитель.

Сточные воды II группы можно разделить на три типа, представленные далее.

Воды *первого типа* — содержащие растворённые минеральные соли, но не содержащие органические вещества — например, воды от продувки паровых котлов, воды от промывки катионитовых фильтров. Такие воды не могут быть сброшены в водный объект без очистки, но могут быть использованы в качестве условно чистых вод для разбавления сточных вод перед биологической очисткой.

Воды *второго типа* содержат органические вещества в невысоких концентрациях и не подавляющие жизнедеятельность микроорганизмов. К ним могут быть отнесены воды из резервуарных парков нефтехимических заводов, от обессоливания нефти, от нейтрализации и промывки отходящих газов в процессах алкилирования и галоидирования. Все подобные воды должны направляться на биологическую очистку.

К *третьему типу* сточных вод должны быть отнесены все прочие сточные воды II группы, требующие специальной очистки. К ним могут быть отнесены, например, воды, получающиеся в процессах полимеризации винилхлорида или сополимеризации бутадиена и стирола эмульсионным способом при производстве синтетического каучука, воды от процессов нейтрализации, отработанные кислоты от процессов сернокислотного алкилирования углеводородов, сточные воды от производства сложных эфиров.

Такая классификация сточных вод чётко увязана со схемой их канализования или очистки, облегчает выбор технологии очистки и определение места очистных сооружений в общей технологической схеме завода.

Принципиальная схема канализования и очистки сточных вод химического (нефтехимического) предприятия предусматривает сбор и очистку различных типов сточных вод в соответствии с их принадлежностью к определённой группе. Конечной стадией обязательно является биологическая очистка, на которую должно поступать минимальное количество сточных вод, подвергшихся максимально возможной предварительной очистке на локальных очистных сооружениях (рисунок 2).

Локальные очистные сооружения должны быть неотъемлемой частью соответствующих технологических установок и цехов, как бы логическим и техническим завершением их технологической схемы.

Во всех случаях сточные воды II группы (второго и третьего типа) перед сбросом их в канализацию, а также сточные воды I группы (первого типа) перед сбросом в коллекторы оборотных вод должны подвергаться предварительной очистке непосредственно на технологических установках специальных очистных сооружений.

Биологическая очистка всех сточных вод, содержащих органические загрязняющие вещества, перед сбросом в водный объект

Максимальное повторное использование сточных вод в системе оборотного водоснабжения с организацией локальной очистки в тех случаях, когда сточные воды не могут быть отведены в общезаводскую систему канализации

Максимальная степень извлечения из сточных вод технологических продуктов непосредственно на технологических установках с утилизацией извлечённых продуктов

Максимальная локальная (раздельная) очистка сточных вод с отдельных технологических установок и производств перед объединением их в канализационной системе

Рисунок 2 — Принципы канализования и очистки сточных вод промышленных предприятий. Рисунок составлен И.О. Тихоновой

Для сточных вод третьего типа II группы обязательно должны предусматриваться специальные очистные сооружения, которые могут входить в состав очистных сооружений как специальные отделения.

Для вод второго типа II группы и вод первого типа I группы в схемах технологических установок должны быть предусмотрены специальные аппараты для предварительной очистки простейшими методами (отстаивание, отгонка).

Сточные воды II группы (первого типа) в зависимости от их количества, расположения точек их образования и состава могут направляться на разбавление перед аэротенками в качестве условно чистых вод или же сбрасываться в производственную канализацию с дальнейшей очисткой на общезаводских очистных сооружениях.

Существует возможность использования для производственных сточных вод II группы

(второго и третьего типа) совместно с хозяйственно-бытовыми сточными водами общезаводской системы канализации, однако следует учитывать оптимальное соотношение производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, обеспечивающее надлежащую очистку от промышленных загрязнений.

Рассмотренная классификация производственных сточных вод и вытекающая из неё принципиальная схема канализования с максимальным повторным их использованием позволяют сократить до минимума сброс сточных вод в водные объекты [4].

Принцип раздельной максимальной предварительной очистки в сочетании с биологической очисткой на завершающей стадии обеспечивает сброс в водные объекты достаточно очищенных сточных вод, исключающий загрязнение водных объектов органическими продуктами химической и нефтехимической промышленности. Этот же принцип должен быть реализован и в случае водоотведения на централизованные системы водоотведения (ЦСВ), который рассмотрим далее.

Логично предположить, что ответственность за очистку сточных вод промышленного предприятия — это задача самого предприятия, ведь никто другой не владеет настолько полной информацией о технологических процессах. Так и происходит, когда предприятие осуществляет сброс сточных вод непосредственно в водный объект. Но часто промышленное предприятие предпочитает (или вынуждено) передавать свои сточные воды другим организациям — в такой ситуации появляются нормативно-правовые нестыковки, приводящие к нанесению существенного ущерба водным объектам.

Как уже отмечено в начале статьи, на протяжении последних десятилетий пристальное внимание уделялось очистке хозяйственно-бытовых сточных вод и нормированию централизованных систем водоотведения поселений и городских округов (ЦСВП), а вот те сооружения, которые в силу специфики своих абонентов к ЦСВП не отнесены, как бы выпали из экологического регулирования.

На первый взгляд представляется, что централизованные системы водоотведения, предназначенные для приёма, транспортировки и очистки сточных вод, образовавшихся в результате производства продукции и (или) оказания услуг, на основании признака, что более 50% принимаемых сточных вод поступают от промышленных предприятий, можно было бы выделить в отдельную отрасль (подотрасль) и разработать информационно-технический справочник (ИТС) по НДТ с соответствующими технологическими показателями (ТП) [5].

В действительности ЦСВ, основной вклад в принимаемые сточные воды которых вносят

промышленные предприятия, очень трудно «загнать» в единые установленные для всех рамки технологических показателей. Каждая такая система имеет свой перечень абонентов, которые относятся к разным отраслям промышленности, и, следовательно, их сточные воды имеют разный состав. Помимо прочего, такие ЦСВ зачастую принимают и коммунально-бытовые стоки, вклад которых составляет менее 50% от общего объёма загрязнённых вод, поступающих на очистку, например в Нижнекамском промышленном узле.

Обычно разработка ИТС НДТ и установление ТП осуществляются на основе сопоставительного анализа информации (бенчмаркинга), содержащейся в отраслевых анкетах предприятий. Анкеты, специально разработанные специалистами и экспертами отрасли, отражают всю необходимую информацию о производственном процессе предприятий, в частности производительность, применяемые технологии, потребление сырья, энергии, воды, вспомогательных материалов и веществ, показатели эмиссий загрязняющих веществ и др. [6].

В рассматриваемом же случае установление единых технологических показателей для всех ЦСВ, не относящихся к централизованным системам водоотведения поселений или городских округов, представляет собой очень сложную задачу именно в связи с разнородностью перечня возможных абонентов. Более рациональный подход к решению проблемы получил отражение в межотраслевом (горизонтальном) ИТС, в котором описан алгоритм, позволяющий для каждого конкретного случая с учётом специфики предприятий-абонентов рассчитать ТП. Именно этому в актуализированном ИТС 8-2022 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [2] посвящён раздел 7, где описан принцип учёта долевого участия предприятий-абонентов при расчёте технологических показателей для ЦСВ.

Согласно изложенной в ИТС 8-2022 методике перечень маркерных веществ для ЦСВ на сбросе в водный объект определяется как совокупность маркерных веществ предприятий-абонентов, определённых в соответствующих отраслевых справочниках. При этом технологические показатели сбросов очищенных сточных вод ЦСВ определяются по формуле

$$C_{\text{ТП}}^{\text{ЦСВ}} = \frac{\sum_1^n (C_{\text{ТП}i}^{\text{А}} \text{ x } Q_i^A)}{\sum_1^n Q_i^A},$$

где $C_{\text{ТП}}^{\text{ЦСВ}}$ — ТП сбросов очищенных сточных вод ЦСВ, мг/дм³;

$C_{\text{ТП}i}^{\text{А}}$ — значение ТП сброса в водный объект для *i*-го абонента группы А согласно отраслевому ИТС НДТ, мг/дм³;

Q_i^A — максимальное значение объема сточных вод, отводимого в ЦСВ, для *i*-го абонента группы А, тыс. м³ в год.

При всей очевидности и простоте «долевого» подхода к определению технологических показателей для ЦСВ возникает немало вопросов, связанных со сложившейся практикой деятельности таких организаций и их взаимоотношений с абонентами.

Рассмотрим несколько вариантов организации ЦСВ, деятельность которых может быть отнесена к области применения ИТС 8-2022.

Первый и, пожалуй, самый очевидный случай — это очистные сооружения, представляющие собой независимое предприятие (отдельное юридическое лицо), в качестве основного вида деятельности которого указан «Сбор и обработка сточных вод (37.00)». Чаще всего такие ЦСВ изначально были очистными сооружениями крупного промышленного объекта, но со временем по разным причинам вышли из состава «материнского» предприятия. Такие ЦСВ могут принимать коммунально-бытовые сточные воды от города или посёлка, но большую часть обрабатываемой воды составляют сточные воды промышленных предприятий.

Второй случай, также очень распространённый, — это очистные сооружения, которые относятся к конкретному предприятию, но принимают сточные воды от других абонентов, в числе которых могут быть и населённые пункты. Здесь ситуация немного сложнее, так как, на первый взгляд, очистные сооружения предприятия должны использовать ТП из отраслевого ИТС. Если рассматривать ситуацию детально, то можно увидеть, что доля сточных вод абонентов порой сопоставима с долей вод самого предприятия, а то и превышает её, абоненты относятся к разным отраслям и соответственно имеют разный набор ТП.

Подчеркнём, что контроль состава очищенных сточных вод (фактически — качества очистки) проводится в точке сброса в принимающий водный объект, и возможно возникновение ситуации, когда очистные сооружения сбрасывают загрязняющие вещества, не свойственные предприятию, к которому они относятся. Для того чтобы обосновать нормативы сбросов очищенных сточных вод и не попадать под штрафные санкции при каждой проверке соблюдения норм природоохранного законодательства, такие организации также могут использовать принцип долевого учёта ТП сточных вод, описанный в ИТС 8-2022.

Итак, решение предложено: если абонент — это ЦСВП, то технологические показатели должны соответствовать тем, которые установлены в ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [7] (учитывая крупность очистных сооружений и категорию принимающего водного объекта), если это промышленное предприятие, то следует использовать технологические показатели соответствующего отраслевого ИТС.

Часто (если не всегда) ЦСВ предоставляет свои услуги нескольким абонентам, с которыми существуют договорные отношения. Не будем пока акцентировать внимание на наличии в договоре услуги *по очистке сточных вод* или же просто их *отведению (транспортировке сточных вод)* в принимающий водный объект, хотя позиция очень важная и разница принципиальная. Некоторые абоненты, в свою очередь, также собирают сточные воды от абонентов второго уровня (назовём их так), а те — у своих, и так далее по цепочке (рисунок 3).

Получаем в результате диаграмму «дерево». Мы беседовали с участниками таких схем, и каждый объясняет ситуацию тем, что так исторически сложилось, такие решения были когда-то приняты органами власти, так

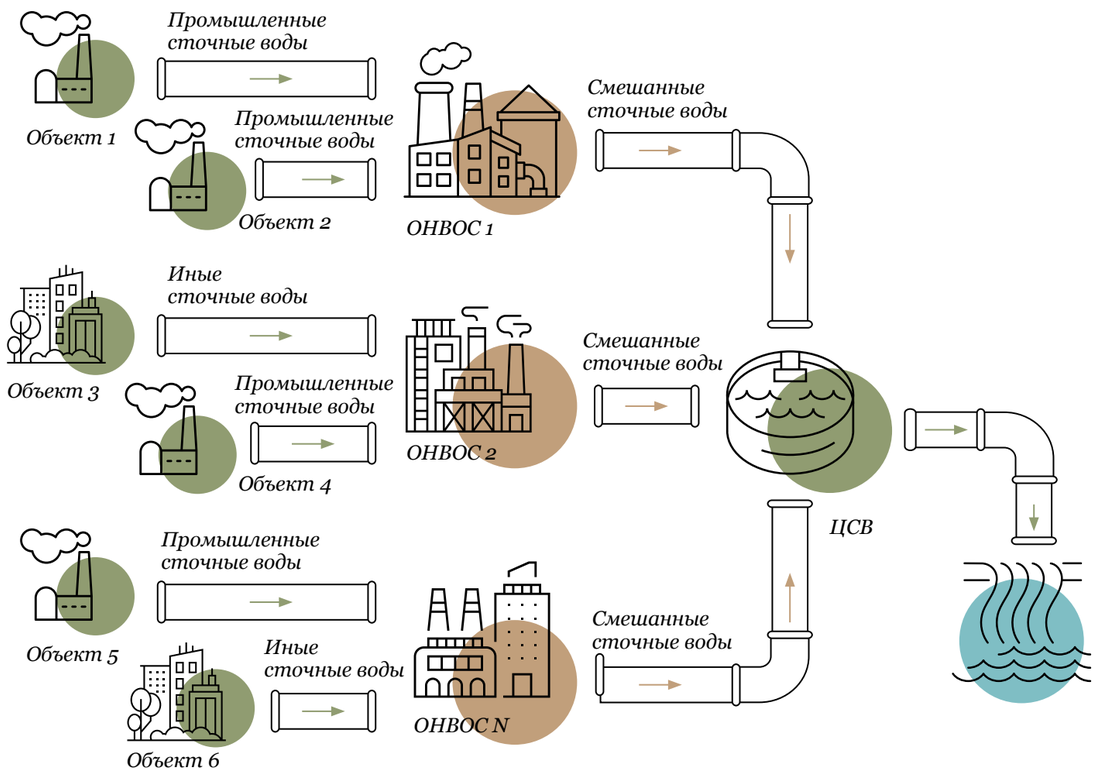


Рисунок 3 — Условная схема взаимодействия абонентов централизованной системы водоотведения. Рисунок составлен И. О. Тихоновой

произошло разделение ответственности в прошлые годы. Отметим, что наследие прошлого не мешает владельцам ЦСВ вступать в договорные отношения с абонентами и получать финансовое вознаграждение за свои услуги.

Здесь мы опять вспоминаем принцип долевого вклада и общей ответственности [8]. В ответ от ЦСВ слышим, что абоненты не предоставят необходимой информации, так как технологические показатели в отраслевых ИТС установлены в удельных единицах (кг/т продукции), а объём выпускаемой продукции — коммерческая тайна.

Разумным представляется обязать предприятия-абоненты в рамках договоров на водоотведение предоставлять ЦСВ информацию, необходимую для расчёта технологических показателей или же (что менее желательно) уже пересчитанные в единицы концентраций показатели, если информация по объёмам и перечню выпускаемой продукции не является открытой. Для определения технологических показателей и расчёта технологических нормативов нужна экологическая информация, а не какая-либо иная.

Но и сами ЦСВ могут быть не заинтересованы в открытости своих абонентов: зачастую договоры заключены не на очистку сточных вод, а на их транспортировку, то есть ЦСВ выступают как транзитные организации. Однако статьёй 17 Федерального закона от 07.12.2011 № 416-ФЗ [9] к существенным условиям договора на транспортировку сточных вод отнесены порядок учёта отводимых сточных вод и контроль за составом и свойствами отводимых сточных вод. То есть ЦСВ, оказывающим услуги по транспортировке сточных вод, следует внимательно посмотреть текст договора, заключаемого с абонентами, и привести его в соответствие с действующим законодательством.

Сам по себе сброс сточных вод в коллектор не является недопустимым. Действительно, зачастую у предприятия отсутствует возможность организовать сброс очищенных сточных вод в водный объект. Этому может мешать, например, историческая застройка, рельеф местности, удалённость водного объекта и т. п. Решение данного вопроса мы видим в том, что при сбросе сточных вод в коллектор (для их транспортировки в водный объект) предприятие должно вставать на учёт не с нулевым сбросом, а как при сбросе в водный объект. Разумеется, здесь следует предусмотреть вариант нормирования на входе сточных вод в коллектор, так как сам коллектор собирает воды разных предприятий, и определить, от какого конкретно абонента то или иное загрязняющее вещество поступило и в каком количестве в точке сброса в водный объект, невозможно (вспомним про существенные условия договора на транспортировку сточных вод).

Итак, мы приходим к некоторой нормативно-правовой неопределённости относительно деления предприятий-абонентов на объекты

двух типов: первый тип — это предприятие-абонент, передающее сточные воды на очистные сооружения ЦСВ (или же на очистные сооружения другого предприятия), второй тип — транзит, транспортировка неочищенных сточных вод предприятий-абонентов в принимающий водный объект. И тот, и другой случаи требуют нормативно-правового регулирования и внесения ряда существенных корректировок в законодательную и регуляторную базу.

В настоящее время любое предприятие, которое не осуществляет сброс сточных вод, вне зависимости от степени (и самого факта) их очистки, в принимающий водный объект, а передающее их в рамках договора другому предприятию, встаёт на учёт как объект с нулевым сбросом. Такое положение открывает возможности заключения договора на транзит сточных вод по коллектору в водный объект. В этом случае предприятие-абонент фактически уходит от ответственности за нарушение природоохранного законодательства, так как нулевой сброс закреплён *de jure*, а следовательно, не могут быть проведены какие-либо проверки качества очистки сточных вод. С другой стороны, в отсутствие должного нормирования организация, эксплуатирующая сооружения централизованной системы водоотведения, которая, со своей стороны, заключила *договор на транзит сточных вод абонента*, может сбрасывать в водный объект значительные объёмы недостаточно очищенных сточных вод.

Выходом из сложившейся ситуации и является подход, заключающийся в установлении технологических показателей на основе долевого вклада каждого абонента. Разумеется, как и любое начинание, призванное установить чёткие правила, данный подход встретил сопротивление (или непонимание) представителей многих ЦСВ и предприятий-абонентов.

Отдельным предприятиям может быть выгодно отсутствие нормирования, так как это позволяет получать финансовую выгоду и избегать ответственности за фактическое отсутствие очистки сточных вод. Здесь мы приходим к вопросу социально-экологической ответственности, вопросу соотношения понятий «быть» и «казаться». Быть ответственной организацией, взаимодействовать с абонентами, обеспечивать доступ к информации или делать вид, что очистка сточных вод происходит неведомым чудесным образом? Или что экологическая информация представляет собой тайное знание? Обратимся к ст. 4.3 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [10]. К экологической информации относятся сведения:

1) о состоянии и загрязнении окружающей среды, включая состояние и загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод водных объектов, почв;

2) о радиационной обстановке;

3) о стационарных источниках, об уровне и (или) объёме или о массе выбросов, сбросов загрязняющих веществ;

4) об обращении с отходами производства и потребления;

5) о мероприятиях по снижению негативного воздействия на окружающую среду;

6) о состоянии многолетней (вечной) мерзлоты, а также о мерах по предупреждению последствий деградации вечномёрзлых грунтов.

Значит, информация об объёме и массе сбросов загрязняющих веществ и о мероприятиях по снижению НВОС должна быть общедоступной [11, 12], к ней не может быть ограничен доступ, за исключением информации, отнесённой законодательством Российской Федерации к государственной тайне. Для того чтобы рассеялся зелёный туман, в котором легко затеряться организациям, предпочитающим казаться (а не быть) зелёными и социально ответственными, необходимо совместными, скоординированными усилиями подготовить методические рекомендации по применению подходов ИТС 8-2022 к нормированию централизованным систем водоотведения. Основное условие успеха — готовность всех заинтересованных сторон взять на себя ответственность за надлежащую организацию производства и предоставление доступа к экологической информации, которая в Российской Федерации должна быть открытой.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
2. ИТС 8-2022. «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях».
3. Проскуряков В. А. Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. — Л.: Химия, 1977. — 464 с.
4. Тихонова И. О. Промышленные сточные воды: актуальность отраслевого нормирования // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. — 2021. — № 1. — С. 12–16.
5. Мещурова Т. А., Ходяшев М. Б. О необходимости внесения технологических показателей нормирования качества очищенных сточных вод для областей применения НДТ при актуализации ИТС 8-2015 // Экология урбанизированных территорий. — 2022. — № 4. — С. 40–46.
6. Тихонова И. О., Пантелеев Е. С., Бурвикова Ю. Н., Морокишко В. В. Взаимосвязь наилучших доступных технологий и наилучших экологических практик на примере водно-коммунального предприятия // Экологический мониторинг и моделирование экосистем. — 2022. — Т. 33. — № 3-4. — С. 159–202.
7. ИТС 10-2019. «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов».
8. Tikhonova I., Guseva T., Averochkin E., Shchelchkov K. Best Available Techniques and Best Environmental Management Practices: Collaboration between Industries and Regions // Procedia Environmental Science, Engineering and Management. — 2021. — Vol. 8. — No 2. — P. 495–505.
9. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении».
10. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
11. Молчанова Я. П., Тихонова И. О., Щелчков К. А., Волосатова А. А. Подготовка информации об экологической и ресурсной эффективности производства: учёт требований наилучших доступных технологий // Химическая промышленность сегодня. — 2022. — № 5. — С. 10–17.
12. Гусева Т. В., Дайман С. Ю., Хотулева М. В., Виниченко В. Н., Веницианов Е. В., Молчанова Я. П., Заика Е. А. Экологическая информация и принципы работы с ней. — М.: Эколайн, 1998 — 244 с.

К вопросу эффективности инвестиций

Сергей Николаевич Бобылёв,
д. э. н., профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования МГУ им. М. В. Ломоносова

Дмитрий Олегович Скобелев,
д. э. н., руководитель Бюро наилучших доступных технологий

Аббревиатура ESG — Environmental Social Government — стремительно ворвалась на первые полосы самых разных изданий и стала едва ли не доминирующей при обсуждении приоритетов развития реального сектора экономики России. Перевод ESG на русский язык используется редко, а потому, к сожалению, изначальный смысл термина нередко уходит в туман, пропуская вперед вторичные аспекты. При этом социально-экологическая ответственность (корпоративного) управления — понятие, которое можно и нужно дешифровывать, используя объективные критерии для оценки степени уровня «экологичности» и «социальности» компаний, производств и проектов.

В Российской Федерации основой нового подхода к оценке ресурсной, экологической и социальной эффективности корпоративных или государственных инвестиций должна стать и уже становится концепция наилучших доступных технологий (НДТ). На наш взгляд, ESG можно рассматривать как форму реализации дофинансовой оценки инвестиционных проектов с учётом требований НДТ и принципов учёта экосистемных услуг («функций природных экологических систем, которые могут быть непосредственно полезны для человека» [13, 18, 19]). Сейчас в этой области в нашей стране научных исследований практически нет, в то время как актуальность их в теоретическом плане и с точки зрения синтеза различных инструментов в подходах НДТ, учёта экосистемных услуг и социально-экологической оценки эффективности инвестиций вполне очевидна.

Рассмотрим детально возникновение и развитие концепции социально-экологической ответственности бизнеса, и прежде всего подходов ESG-инвестирования, которые

целесообразно связать с инвестированием, направленным на достижение требований наилучших доступных технологий.

В течение долгого времени крупные компании различных стран (в том числе международные) следовали принципам социально ответственного инвестирования (Socially Responsible Investing, SRI) главным образом из-за стремления компенсировать негативные внешние эффекты (экстерналии) [6]. В 1990 г. социально ответственное инвестирование было институционализировано путём создания особого индекса — MSCI KLD 400 Social Index [29]. Число организаций, собирающих и анализирующих данные разнообразных компаний по ESG-критериям, неуклонно растёт; в настоящее время известно более ста таких организаций. Отметим, что инвестиции, соответствующие принципам устойчивого развития, в контексте ESG определяются как «инвестиционные подходы, учитывающие экологические, социальные и управленческие (ESG) факторы при выборе портфеля и управлении им» [24]. Основные бенефициары информации о выполнении ESG-критериев — инвесторы. Компании, разрабатывая и реализуя программы в области социально-экологической ответственности, решают две задачи:

1) в краткосрочном периоде — улучшение репутации и связанное с этим повышение инвестиционной привлекательности;

2) в долгосрочном периоде — обеспечение устойчивости развития — внедрение ресурсоэффективных и экологичных технологий и совершенствование корпоративной стратегии, что способствует меньшей зависимости от внешних факторов, в том числе экологических [37].

На главный вопрос инвесторов о финансовой целесообразности инвестиций в компании, соответствующие ESG-критериям, и в инструменты устойчивого (в том числе зелёного) развития, пытались ответить многие исследователи. Экономисты Г. Фриеде, Т. Буш и А. Бассен [22] проанализировали результаты более 3700 исследований и пришли к выводу о том, что на *большинстве рынков относительно большинства активов* наблюдается положительная связь между финансовыми показателями компании и ESG-параметрами, то есть более успешные с точки зрения бухгалтерского стандарта CFP (Certified financial planner [16]) компании интегрируют ESG-повестку в стратегию развития.

В 2010-х гг. был опубликован международный стандарт ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности» (Guidance on Social Responsibility) и созданы специальные финансовые инструменты в области устойчивого развития, спектр которых неуклонно расширяется. На рисунке 1 схематически показана взаимосвязь основных принципов управления социально (и экологически) ответственной компанией [27]. Как видно, в контур социальной ответственности входят и экологические аспекты. И наоборот: само понятие «зелёные проекты» трактуется как проекты экологичные, направленные на интернализацию экологических экстерналий, снижение негативного воздействия на окружающую среду и (или) сохранение природных экосистем и восстановление нарушенных территорий. При этом подразумевается, что зелёные проекты сопровождаются положительными социальными эффектами. Соблюдение требований позиции S в аббревиатуре ESG можно рассматривать и с точки зрения сохранения, поддержания необходимых социуму (S) экосистемных услуг — обеспечивающих нас продовольствием, пресной водой, топливом (древесиной); регулирующих (включая регулирование климата, качества воздуха, воды); поддерживающих (включая фотосинтез, круговорот воды и биогенных элементов, почвообразование) и культурно-эстетических [13].

Зелёные облигации лидируют в ряду «устойчивых» финансовых инструментов по объёму выпуска. При этом лидируют климатические проекты, проекты, направленные на обеспечение населения доступной и чистой энергией, и проекты в сфере устойчивого развития городов. На наш взгляд, не менее

Рисунок 1 — Взаимосвязь принципов социально-экологической ответственности управления организацией (по [27])

значимыми должны становиться проекты, направленные на повышение ресурсной эффективности производства и формирование экономики замкнутого цикла. На международном уровне поступления от зелёных облигаций в основном используются в трёх секторах: энергетика, строительство зданий и транспорт; существенно меньшая доля приходится на проекты, направленные на переработку отходов, повышение эффективности использования водных ресурсов и охрану экосистем суши.

Социальные облигации впервые появились на рынке в 2014 г. С помощью этих ценных бумаг финансируются проекты с такими положительными социальными эффектами, как снижение бедности, сокращение дискриминации, повышение уровня здоровья и благосостояния населения [32]. В 2020–2021 гг. произошёл резкий подъём предложения и спроса на рынке социальных облигаций, в том числе благодаря специализированным антиковидным бондам.

Кроме того, на рынке устойчивых инструментов исследователи выделяют зелёные и устойчивые займы в качестве альтернативы облигациям. Их доля на рынке пока незначительна. В целом тенденции развития рынка устойчивых финансовых инструментов свидетельствуют об их чрезвычайной востребованности. Можно предположить, что по крайней мере в краткосрочной перспективе рынок зелёных, социальных и устойчивых ценных бумаг продолжит расти.

Так или иначе, крупные институциональные инвесторы своей политикой, ориентированной на ESG, способствуют изменению стратегий огромного числа компаний. Именно они запускают цепь ESG-инициатив, которые направлены прежде всего на удовлетворение потребностей именно институциональных инвесторов. Чем больше инвестиционных банков и других крупных инвесторов будут заявлять о приверженности ESG-критериям, тем большему числу компаний придётся изменять свою политику, чтобы соответствовать запросам инвесторов и не оказаться в числе аутсайдеров на рынке.

В 1997 г. был обнародован стандарт GRI (Global Reporting Initiative) — Глобальная инициатива по отчётности; требования основного стандарта и отраслевых руководств (приложений) регулярно обновляются [23]. Рекомендации GRI — это основа для подготовки открытой нефинансовой отчётности компаний об устойчивом развитии. Особенность документов GRI состоит в том, что в них чётко определена обязательность включения в отчёты показателей экологической и ресурсной эффективности, характеризующих:

1) потребление материальных ресурсов (сырья и материалов) и долю вторичных ресурсов;

2) потребление энергии и меры, направленные на повышение энергоэффективности;

3) потребление воды, долю и общий объём многократно и повторно используемой воды;

4) выбросы и сбросы основных загрязняющих веществ;

5) выбросы парниковых газов [1, 23].

К сожалению, во многих случаях компании предпочитают публиковать отчёты, формально соответствующие рекомендациям GRI: данные раскрываются, но в туманном виде: ни сравнить их со средними по отрасли показателями или сведениями, присутствующими в отчётах конкурентов, ни сопоставить их с установленными требованиями, например, изложенными в применимых информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям, невозможно [1, 7, 12].

Инвесторам и управляющим активами остаётся полагаться на мнение рейтинговых агентств, которые по «своим методикам» оценивают, а затем публикуют сведения о соответствии компаний ESG-критериям. Главная проблема в институциональном механизме большого числа рейтинговых агентств и рейтингов соответственно заключается в том, что до сих пор нет ни единого стандарта по сбору и обработке данных по ESG, ни согласованной методологии работы с информацией. В противном случае вряд ли бы множилось число ESG-рейтингов и ESG-агентств. Рейтинговые агентства конкурируют друг с другом, предоставляя «уникальные» сведения; примечательно то, что уровень корреляции основных рейтингов весьма низок [14]. Некоторые рейтинги основаны исключительно на нефинансовой информации, в то время как другие объединяют финансовые и нефинансовые данные для оценки долгосрочной стоимости и устойчивости компаний.

Проанализируем основные риски и вызовы, характерные для нынешней системы ESG-оценки. Крупные компании практикуют проведение ежегодного финансового аудита, однако практика ESG-аудита практически не распространена. Кроме того, для проведения любого аудита необходимо сформировать систему критериев, а затем уже искать свидетельства их выполнения [26]. Такими критериями для промышленных предприятий могли бы стать показатели НДТ, но компании не стремятся раскрыть соответствие НДТ и привести в отчётах «значимую, полную, точную, сопоставимую и объективную информацию», которая отражала бы основные принципы Концепции развития публичной нефинансовой отчётности в Российской Федерации [10].

Высокий уровень востребованности социально-экологической информации обусловливает возрастание риска манипулирования ESG-отчётностью. В научном обороте используется термин «гринвошинг» (greenwashing) или «зелёный камуфляж» — введение заинтересованных сторон (стейкхолдеров) в заблуждение относительно реальных экологических показателей компании. К сожалению, публикуются даже издания, адресованные специалистам PR-служб и студентам, изучающим менеджмент

и маркетинг, в которых значимая экологическая информация перемешана с советами, по сути, относящимися к категории «Зелёный камуфляж: сделай сам» [3].

Исследователи выделяют три вида гринвошинга, касающихся раскрытия информации об ESG-критериях [39]. Первый относится к манипулированию отчётностью для повышения стоимости компании. Компании, следующие данной стратегии, могут скрывать, «маскировать» неудовлетворительные экологические показатели, компенсируя это большим объёмом данных. Второй тип предполагает выборочное раскрытие информации: сокрытие негативной и публикацию позитивной или раскрытие разной по структуре и детализации информации для определённых групп инвесторов или заинтересованных сторон. Третий тип подразумевает акцент на ESG-аспектах конечного продукта, а не его производства и системы корпоративного управления в целом. Например, можно заявлять о выводе на рынок «экологически чистых» овощей, мяса, сыра, не содержащих примесей генетически модифицированных продуктов (что на уровне обыденного сознания воспринимается хорошо: «экологически чистый» звучит как здоровый, без посторонних или вредных веществ). Не говоря уже о том, что в Российской Федерации в соответствии с положениями ГОСТ Р 51074–2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителей» [4] термин «экологически чистый» вообще использовать нельзя, за словами об «эксклюзивности» такой продукции можно скрыть тот факт, что производство не отличается ни экологической, ни ресурсной эффективностью и принципам социальной ответственности компания не следует. Выводы учёных таковы [39]: главная причина распространения практики гринвошинга — это отсутствие надлежащего контроля (аудита) ESG-отчётности и показателей, раскрываемых в открытых отчётах.

Добавим: для оценки и, если необходимо, аудита ESG-отчётов необходима система качественных и количественных критериев, соблюдение которых можно было бы проверять и получать объективные свидетельства соответствия. Как уже подчеркнуто, в Российской Федерации такими критериями для многих отраслей промышленности могут стать наилучшие доступные технологии и показатели экологической и ресурсной эффективности, систематизированные в ИТС НДТ. Эти же показатели целесообразно использовать и для дофинансовой оценки инвестиционных проектов, в том числе претендующих на получение мер государственной поддержки, так как в реальном секторе экономики очень важно обеспечить не сиюминутный финансовый результат, а долгосрочную устойчивость и надёжность производства, его высокую ресурсную эффективность. В энергетике и промышленности повышение ресурсной эффективности достигается за счёт увеличения глубины переработки природных ресурсов; при этом обеспечивается и снижение негативного воздействия на окружающую среду, сокращение эмиссий загрязняющих веществ и парниковых газов [7, 12].

Согласно позиции аналитиков Конференции ООН по торговле и развитию [38], устойчивое инвестирование может в ближайшем будущем столкнуться с тремя серьёзными вызовами. Несмотря на внушительные показатели роста устойчивых инвестиций, они всё ещё составляют небольшую долю общего рынка. Для глобальных системных изменений нельзя ограничиваться финансовыми инструментами, ориентированными на устойчивое развитие. Необходимо, чтобы все финансовые продукты так или иначе минимально соответствовали критериям социально-экологической ответственности, а также чтобы инвестиции были реально (а не декларативно) направлены на повышение эффективности использования ресурсов и улучшение экологической ситуации. Вторым вызовом аналитики сочли географический дисбаланс — несоответствие темпов ESG-инвестирования в разных частях мира. Для развивающихся стран пока не характерен тренд устойчивого инвестирования в силу экономических причин. Должны быть разработаны программы по поддержке и интеграции устойчивого инвестирования в развивающихся странах. В противном случае решение глобальных экологических задач (в том числе задач рачительного использования природных ресурсов) будет находиться под угрозой, так как значительная часть стран продолжит существенно отставать в ESG-инвестировании. Третья проблема — это несогласованность ESG с целями устойчивого развития или по крайне мере сложность прослеживания связей между концепциями. Из-за того, что международные, страновые и корпоративные стандарты не гармонизированы, рейтинги устойчивости нередко противоречат друг другу, и это обстоятельство позволяет предположить, что и рейтинги, и сами компании, занимающие в них престижные позиции, могут не соответствовать декларируемым принципам.

Страховые компании также могут сыграть свою роль в достижении устойчивого будущего. В настоящий момент незастрахованные убытки компаний, обусловленные климатическими изменениями (прежде всего экстремальными погодными явлениями) превышают застрахованную часть. Это открывает возможности для разработки новых страховых продуктов, связанных с устойчивым развитием, и для усиления устойчивости организаций, функционирующих в различных отраслях экономики.

В последнее время фондовые биржи стали непосредственно влиять на распространение ESG-отчётности, обязуя компании раскрывать соответствующую информацию. Руководства, выпускаемые фондовыми биржами, ориентируются прежде всего на стандарты отчётности GRI и инструменты Совета по стандартам устойчивого бухгалтерского учёта [35], а также на некоторые специфические инструменты отчётности, например рекомендации Целевой группы Совета по финансовой отчётности, связанной с изменением климата [33], и Совета по стандартам раскрытия информации о климатических аспектах бизнеса [17].

Можно выделить две причины внедрения и распространения ESG-принципов в компаниях разных секторов экономики. С одной

стороны, это этический аспект — желание внести вклад и продемонстрировать приверженность нефинансовым принципам, ориентированным не только на интерес одной конкретной компании или сектора, а на интерес больших групп людей и человечества в целом. С другой стороны — прагматичный расчёт распределения рисков и ориентации на долгосрочную перспективу во избежание крупных кризисов в будущем. Оба аспекта представляются крайне важными, если мы говорим о достаточно крупных компаниях, у которых есть множество стейкхолдеров, заинтересованных, помимо хорошего имиджа, в позитивных финансовых результатах. Согласно результатам опроса, проведенного в 2021 г. среди крупных инвесторов [34], 59% выбирают данную стратегию из-за положительного влияния на бренд и репутацию, 46% отметили требования заинтересованных сторон как причину следования стратегии, 45% в качестве одной из причин выбрали улучшение долгосрочной доходности, 39% — снижение инвестиционных рисков и только 29% указали, что раскрывают информацию, потому что есть такие требования.

Институциональные инвесторы имеют доступ к обширным данным различных классов активов, отраслей и компаний. Таким образом, они имеют информацию в очень большом объёме для принятия инвестиционных решений, однако к раскрытию информации по ESG многие профессиональные инвесторы подходят скептически. Согласно результатам того же опроса [34], тремя главными факторами, не позволяющими в большей степени использовать ESG-критерии при формировании своих портфелей, инвесторы назвали противоречивые данные по разным классам активов (54%), невысокое качество и необоснованность ESG-данных (51%), а также противоречия между различными ESG-рейтингами (44%).

В последние годы значительно возросло число российских компаний, следующих целям устойчивого развития. В стране развивается собственная инфраструктура для внедрения ESG-принципов в практику крупнейших организаций: формируются специальные отделы в компаниях, отвечающие за устойчивое развитие, публикуются открытые отчёты, организуются многочисленные конференции по ESG и т. д. [1, 2]. Другим важным проявлением практического применения принципов социально-экологической ответственности является сдвиг приоритетов в пользу долгосрочного планирования. С учётом отраслевой специфики компании стремятся внести реальный вклад в устойчивое развитие, а также сформировать имидж, необходимый для привлечения инвестиций и квалифицированного персонала.

В Российской Федерации выпускаются зелёные и 4 социальные облигации; действует фонд ответственного инвестирования от АО ВТБ Капитал Управление Активами и торговля биржевыми паевыми инвестиционными фондами (БПИФ) «РСХБ — Индекс Мос-Биржи — РСПП Вектор устойчивого развития» и «Сбер — ответственные инвестиции» [9].

В 2022 г. Российский институт директоров опубликовал обзорное исследование практики внедрения принципов ESG в России [21]. В выборке было представлено 10 отраслей; 28 компаний относились к промышленному сектору, а 7 — к финансовому. Согласно результатам исследования, почти две трети крупнейших компаний внедрили системы экологического менеджмента (СЭМ), и только в 11% компаний, для которых экологические риски существенны, инструменты СЭМ не используются. Однако только у четверти компаний есть численно определённые целевые показатели СЭМ; ещё в половине организаций экологическая политика есть, но целевые показатели отсутствуют. 61% топ-компаний рассматривают климатические риски в своей ESG-политике и предпринимают шаги по реализации программ по сокращению выбросов парниковых газов; 57% организаций имеют программы по сохранению биоразнообразия [21].
К сожалению, в обзорном исследовании нет упоминаний о внедрении компаниями промышленного сектора наилучших доступных технологий или о достижении показателей НДТ. При этом критики систем экологического менеджмента в течение многих лет пишут о необходимости использования объективных критериев для оценки амбициозности целей и задач СЭМ.

Рассмотрим практику некоторых компаний по соблюдению принципов социально-экологической ответственности бизнеса на примере данных, раскрываемых в публичной нефинансовой отчётности.

Один из лидеров по добыче драгоценных металлов с активами в России и Казахстане в годовом отчёте об устойчивом развитии приводит описание мер, направленных на повышение уровня социально-экологической ответственности. Основная часть отчёта структурирована следующим образом:

1) охрана труда и производственная безопасность;
2) местные сообщества;
3) изменение климата;
4) водные ресурсы;
5) обращение с отходами и выбросы загрязняющих веществ;
6) биоразнообразие и земельные ресурсы;
7) цепочка поставок.

Составители отчёта ставят конкретные цели, например: «К 2023 г. разработать систему оценки воздействия АНО Polymetal на биоразнообразие»), а также публикуют сведения о динамике ресурсной и экологической эффективности компании (рисунок 2).

Отметим, что программы в сфере сохранения биоразнообразия включают восстановление нарушенных при разработке месторождений земель и воссоздание местообитаний редких видов; эти инициативы можно считать

значимыми в контексте сохранения экосистемных услуг. Деятельность обсуждаемой компании нередко вызывает критику экологических организаций [36], что неудивительно, так как речь идёт о добыче полезных ископаемых, однако в ходе общественного диалога, как правило, достигается консенсус.

Один из крупнейших международных производителей стали и стальной продукции готовит подробные отчёты об устойчивом развитии [5], охватывающие следующие области:

1) охрана окружающей среды;

2) социальная ответственность;

3) изменение климата;

4) защита прав человека;

5) охрана труда и промышленная безопасность;

6) корпоративное управление;

7) соответствие требованиям законодательства.

На официальном сайте компании приведены, в частности, сведения о последовательном снижении выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и о росте использования в производстве вторичных железосодержащих ресурсов (рисунок 3) [5].

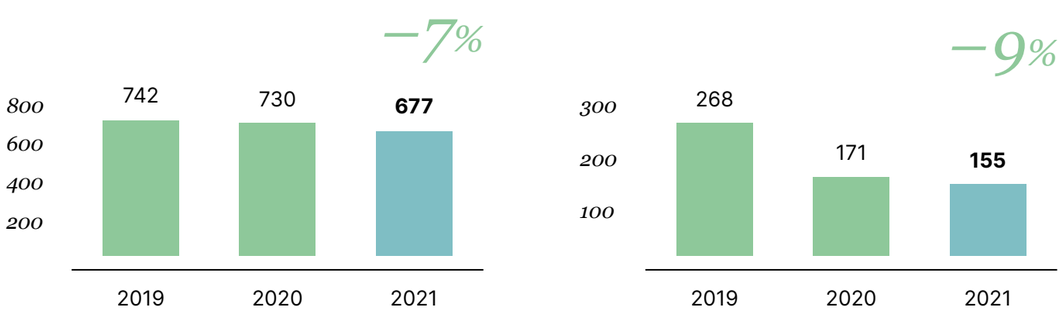


Рисунок 2 — Динамика выбранных показателей экологической и ресурсной эффективности компании, добывающей и перерабатывающей руды драгоценных металлов (по [30])

Обсуждаемая компания выпускает ежегодные отчёты об устойчивом развитии с 2011 г. [11]. Составители отчётов апеллируют к стандартам GRI [23], ISO 26000 [27], приводят количественные данные, характеризующие динамику многих важных показателей, включая удельное потребление ресурсов, выбросы парниковых газов, соотношение площадей нарушенных и рекультивированных земель и др. (рисунок 4).

Сам факт подготовки подобных отчётов свидетельствует о том, что динамика ключевых социально-экономических показателей и эффективность соответствующих программ оцениваются при разработке новых целей и совершенствовании стратегии устойчивого развития. Помимо этого, отчёты об устойчивом развитии открывают новые возможности для инвестиций. Однако сведений о достижении отраслевых показателей НДТ в проанализированных отчётах нет, хотя не только могли бы быть, но и способствовали бы повышению уровня обоснованности и сопоставимости раскрываемой информации [1, 12].

Рекомендации по развитию дофинансовой оценки проектов и подготовке публичной нефинансовой отчётности с применением концепции наилучших доступных технологий обсуждаются в настоящее время не только в Российской Федерации, но и на дискуссионных площадках БРИКС и Евразийского экономического союза.

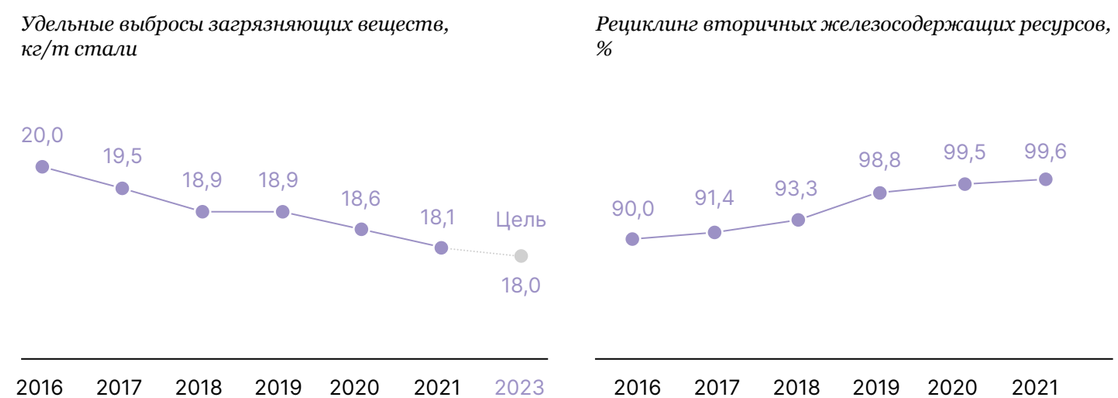


Рисунок 3 — Динамика выбранных показателей экологической и ресурсной эффективности металлургической компании (по [5])

Нефинансовая отчётность представляет собой важный инструмент и источник информации для исследователей, инвесторов, контрагентов, потребителей, который следует использовать в системе принятия решений, непосредственно связанных с ESG-финансированием. Но для этого открытая отчётность должна стать обоснованной. Чтобы обеспечить раскрытие «значимой, полной, точной, сопоставимой и объективной информации», российским промышленным компаниям рекомендуется следовать принципам Концепции развития публичной нефинансовой отчётности [10] и соотносить достигнутые показатели с отраслевыми показателями наилучших доступных технологий [7]. Это позволит ограничить распространение практики гринвошинга, декларативных заявлений о приверженности целям устойчивого развития и выпуске «экологически чистой» продукции.

Концепцию наилучших доступных технологий и показатели ресурсной и экологической эффективности, систематизированные в информационно-технических справочниках по НДТ, целесообразно использовать для оценки ресурсной и социально-экологической эффективности инвестиционных проектов и ESG-отчётности компаний.

Прямые и косвенные выбросы парниковых газов, области охвата 1 и 2, млн т CO_2-экв.

Углеродоёмкость стали, т CO_2/т стали

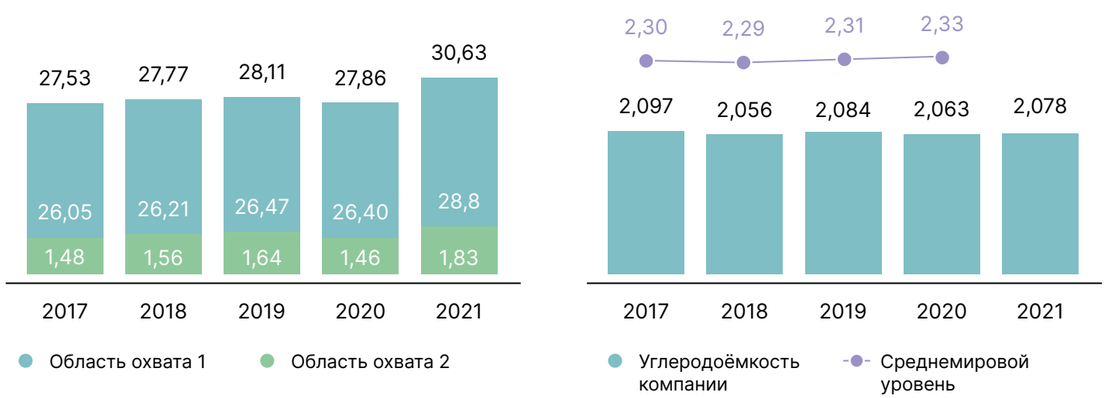


Рисунок 4 — Динамика выбросов парниковых газов и углеродоёмкости продукции металлургической компании (по [11])

Идентификация и верификация внешних выгод от внедрения НДТ (в том числе улучшения состояния окружающей среды) позволит предприятиям и организациям обоснованно позиционировать себя в «пространстве ESG» и полностью отказаться от использования приёмов зелёного камуфляжа. При этом внешние экологические и социальные эффекты должны учитываться при определении критериев отнесения инвестиционных проектов к числу проектов, отвечающих требованиям концепции экологической, социальной и корпоративной ответственности (ESG), а также при предоставлении мер государственной поддержки участникам таких проектов.

Литература

1. Бакурова Э. Ю., Молчанова Я. П. Открытая нефинансовая отчётность, наилучшие доступные технологии и экологическая результативность компаний // Вестник Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева: Гуманитарные и социально-экономические исследования. — 2021 — Т. 2. — № 1. — С. 103–105.
2. Бедняков А. С. Место России на рынке «зелёного» финансирования. — [Электронный ресурс]. — URL: https://roscongress.org/materials/mesto-rossii-na-rynke-zelenogo-finansirovaniya/ (дата обращения: 05.11.2022).
3. Герасимов В. Е. Экологический PR: от теории к практике. — М.: ИД «Городец», 2020. — 272 с.
4. ГОСТ Р 51074–2003. Продукты пищевые. Информация для потребителей.
5. Группа НЛМК. Ключевые экологические показатели. — [Электронный ресурс]. — URL: https://nlmk.com/ru/sustainability/environment/key-environmental-indicators/ (дата обращения: 10.11.2022).
6. Гусева Т. В., Молчанова Я. П., Виниченко В. Н. Новые инициативы деловых кругов: отчётность в области устойчивого развития // Менеджмент в России и за рубежом. — 2003. — № 6. — С. 51–62.
7. Доброхотова М. В., Матушанский А. В. Применение концепции наилучших доступных технологий в целях технологической трансформации промышленности в условиях энергетического перехода // Экономика устойчивого развития. — 2022. — № 2(50). — С. 63–68.
8. Зелёные финансы России. Годовой доклад — 2020. — М.: Научный центр Евразийской интеграции, 2021. — 63 с.
9. Перечень поручений по итогам встречи с членами Общероссийской общественной организации «Деловая Россия» от 03.04.2022. — Пр. Пр-740, п. 1 г). — [Электронный ресурс]. — URL: http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/68298 (дата обращения: 15.11.2022).
10. Распоряжение Правительства РФ от 05.05.2017 № 876-р «Об утверждении Концепции развития публичной нефинансовой отчётности и плана мероприятий по её реализации».
11. Северсталь: Отчёт об устойчивом развитии, 2020. — [Электронный ресурс]. — URL: https://severstal.com/upload/iblock/156/SR_Severstal_2020_RU.pdf (дата обращения: 14.04.2022)
12. Тихонова И. О., Щелчков К. А., Гусева Т. В. Особенности применения инструментов эколого-технологического регулирования на разных этапах жизненного цикла химических предприятий // Химическая промышленность сегодня. — 2022. — № 4. — С. 18–27.
13. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е. Н. Букварёва, Д. Г. Замолодчиков. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. — 148 с.
14. Berg F., Koelbel J. F., Rigobon R. Aggregate confusion: The divergence of ESG ratings. Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Rating). Forthcoming Review of Finance. — MIT Sloan School of Management, 2019. — 48 p.

15. Building more resilient portfolios. — URL: https://www.blackrock.com/ch/individual/en/themes/sustainable-investing/esg-integration (retrieved 20.10.2022).

16. Certified financial planner. The Standard of Excellence. — URL: https://www.cfp.net/ (retrieved 10.11.2022).

17. Climate Disclosure Standards Board. Framework for Advancing and Aligning Disclosure of Environmental Information in Mainstream Reports for Reporting Environmental & Climate Change Information. — Montreal: IFRC, 2020. — 36 p.

18. Collective Commitment to Climate Action, 2019. — URL: https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/12/PRB-Collective-Commitment-to-Climate-Action.pdf (retrieved 25.10.2022).

19. Costanza R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed // Biological Conservation. — 2008. — No. 141. — P. 350–352.

20. Costanza R., d'Arge R., de Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. — 1997. — Vol. 387. — P. 253–260.

21. ESG Aspects and Practices of Russian Public Companies. — Moscow, 2021. — 56 p.

22. Friede G., Busch T., Bassen A. ESG and Financial Performance: Aggregated Evidence from More than 2000 Empirical Studies // Journal of Sustainable Finance & Investment. — 2015. –Vol. 5:4. — P. 210–233.

23. Global Reporting Initiative. — URL: https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/ (дата обращения: 20.10.2022).

24. Global Sustainable Investment Review, 2020. — URL: http://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2021/08/GSIR-20201.pdf (retrieved 18.10.2022).

25. ISO 14001:2015. Environmental Management Systems — Requirements with Guidance for Use.

26. ISO 19011:2018. Guidelines for Auditing Management Systems.

27. ISO 26000:2010. Guidance on Social Responsibility.

28. Key Aspects of the Paris Agreement. — URL: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement (retrieved 19. 11. 2022).

29. MSCI KLD 400 Social Index. — URL: https://www.msci.com/our-solutions/indexes/kld-400-social-index (retrieved 10.11.2022).

30. Polymetal International plc. Integrated Report, 2021. — URL: https://www.polymetalinternational.com/ru/investors-and-media/corporate-disclosures/annual-reports/#year-reports (retrieved 22.11.2022).

31. Principles for Responsible Banking Shaping our Future, 2018. — URL: https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/11/Principles-for-Responsible-Banking_final.pdf (retrieved 25.11.2022).

32. Sustainable Development Goals. — URL: https://sdgs.un.org/goals (retrieved 12.11.2022).

33. Task Force on Climate-related Financial Disclosures Guidance on Metrics, Targets, and Transition Plans. — New-York: Bloomberg, 2021. — 79 p.

34. The ESG Global Survey 2021. — Paris: BNP Paribas, 2022. — 54 p.

35. The International Sustainability Standards Board. — URL: https://www.sasb.org/standards/download/ (retrieved 22.11.2022).

36. The Polymetal Company and the Development of the Kutyn Deposit in the Khabarovsk Region. — URL: https://wwf.ru/en/what-we-do/green-economy/razrabotka-mestorozhdeniya-kutynskoe-v-khabarovskom-krae/ (retrieved 13.11.2022).

37. Tikhonova I., Guseva T., Averochkin E., Shchelchkov K. Best Available Techniques and Best Environmental Management Practices: Collaboration between Industries and Regions // Procedia Environmental Science, Engineering and Management. — 2021. Vol. 8. — No 2. — P. 495–505.

38. World Investment report 2021, UNCTAD. — URL: https://unctad.org/system/files/official-document/wir2021_en.pdf (retrieved 27.10.2022).

39. Yu E. P., Van Luu B., Chen C. H. Greenwashing in environmental, social and governance disclosures // Research in International Business and Finance. — 2020. — Vol. 52. — P. 101–192.

Зелёные проекты: таксономия и критерии оценки

Арина Андреевна Волосатова,
заместитель директора ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

Екатерина Витальевна Кузьмина,
начальник Управления устойчивого развития ПАО «Промсвязьбанк»

Алексей Владимирович Матушанский,
директор Департамента стратегического развития и корпоративной политики Минпромторга России

Введение

Зародившаяся более четырёх десятилетий назад концепция устойчивого развития — развития цивилизации, при котором существование ныне живущих поколений не наносит ущерба будущим жителям Земли, — сегодня рассматривается на международном уровне как единый, принятый всеми государствами подход. Цели устойчивого развития (ЦУР), сформулированные Организацией Объединённых Наций, — ЦУР 8 «Устойчивый экономический рост и достойная работа для всех», ЦУР 9 «Индустриализация, инновации и инфраструктура» и ЦУР 12 «Ответственное потребление и производство» — направлены на достижение баланса экономического, экологического и социального развития в условиях ресурсных, экологических и социально-экономических ограничений [1]. Достижение ЦУР необходимо обеспечивать сразу на многих уровнях: международном, национальном, на уровне сообщества, бизнеса, любой организации и на личностном уровне.

ЦУР нашли отражение в государственной политике Российской Федерации, став основным элементом стратегического планирования [2]. Так, одной из национальных целей развития России на период до 2024 г. определено создание в базовых отраслях экономики высокопроизводительного экспортно ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами [3]. Для достижения указанной цели необходимо решение задачи по стимулированию технологического развития отечественной промышленности, что станет возможным при совместных усилиях бизнеса и государства, в том числе оказание государством финансовой поддержки хозяйствующим субъектам в различных формах (субсидии, займы, государственные гарантии, налоговые льготы, иные преференции).

Достижение национальных целей развития Российской Федерации в области промышленности потребует от предприятий значи-

тельных финансовых затрат на повышение ресурсной и энергетической эффективности используемых технологий, внедрение инноваций (аспекты технологического обновления), снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ и минимизацию выбросов парниковых газов (социально-экологические аспекты). Поэтому разработка научного обоснования системы оценки зелёных проектов, включающей чёткие, однозначно воспринимаемые заинтересованными сторонами и не допускающие туманных рассуждений и трактовок критерии отбора проектов, представляет собой не только актуальную, но и неотложную задачу.

Зелёные, социальные и синие проекты

Уточним термины, которые играют важную роль для понимания подходов к развитию таксономий проектов устойчивого развития. Вспомним, что устойчивым называют такое развитие, при котором удовлетворение потребностей ныне живущих поколений людей осуществляется без ущерба для будущих поколений [1]. Речь идёт прежде всего о доступе к ресурсам, причём, думая об эффективном использовании ресурсов полезных ископаемых, не следует забывать о чистой воде, чистом воздухе, природных экосистемах, видовом разнообразии, без сохранения которых невозможно представить себе существование человечества [2]. ЦУР, о которых мы уже рассуждали, включают экономические, экологические и социальные цели, тесно связанные между собой [12]. Финансовые инструменты, имеющие отношение к устойчивому развитию, принято подразделять на несколько групп.

Зелёные финансовые инструменты (зелёные кредиты и облигации) направлены на финансирование зелёных проектов, включая экологические и климатические проекты.

Переходные финансовые инструменты (переходные кредиты и облигации) направлены на финансирование повышения экологической эффективности, то есть перехода компании к более экологичной деятельности. Подобные цели могут достигаться посредством сокращения эмиссий загрязняющих веществ и парниковых газов.

Есть также финансовые инструменты, направленные на достижение установленных компанией ключевых показателей устойчивого развития за определённый срок и не имеющие (в отличие от зелёных, социальных и переходных) конкретного объекта финансирования. Это может быть, например, кредит, выделенный на цели сокращения выбросов загрязняющих веществ на 5% за год (без

указания видов оборудования, которое будет приобретено и (или) модернизировано, работ, которые буду проведены, и т. п.).

Социальные облигации направлены на финансирование социальных проектов. Это может быть, например, выпуск облигаций субъекта Российской Федерации в целях финансирования создания и материально-технического оснащения медицинских центров.

Облигации устойчивого развития выпускаются для финансирования комбинаций экологических и социальных проектов.

Синие облигации выпускаются для финансирования проектов, поддерживающих устойчивое использование ресурсов океана. Они рассматриваются как инновационный и перспективный инструмент для обеспечения сохранения океана.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 18.11.2020 № 3024-р определено, что Минэкономразвития России осуществляет координирующую роль по вопросам развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации [4], включая утверждение целей и основных направлений устойчивого (в том числе зелёного) развития при разработке критериев проектов и требований к системе их верификации. Методическое сопровождение осуществляет ВЭБ.РФ.

Вместе с тем определение целевого направления использования средств является лишь одной из составных частей системы устойчивого финансирования, которая для успешной реализации требует слаженных действий со стороны всех заинтересованных сторон и единообразия в подходах к нормативному регулированию, включая нормативное регулирование финансовых инструментов устойчивого развития и климатического финансирования.

Международная практика показывает, что как в развитых, так и в развивающихся странах ключевую роль в регулировании рынка инструментов устойчивого развития и климатического финансировании (в том числе зелёных и социальных облигаций, кредитов, субсидий и льгот) выполняют ведомства, аналогичные по своим полномочиям Минфину России. Представляется, что именно Минфин России мог бы выступить с инициативой по основам нормативного регулирования, включая:

- систему критериев для финансовых инструментов, которые позволили бы не только относить инструменты к сфере устойчивого финансирования, но и комплексно развивать данное направление финансирования в стране;
- внедрение финансовых инструментов, которые позволят рефинансировать кредиты

с целью перехода к более устойчивой экономике и принципам устойчивого развития;

- систему критериев для бюджетного финансирования проектов устойчивого развития.

В связи с тем, что наш альманах посвящён в первую очередь анализу опыта эколого-технологической модернизации промышленности (как положительного, так и отрицательного), рассмотрим детально критерий, который мы предлагаем использовать для дофинансовой оценки таких проектов.

Комплексный критерий оценки проектов эколого-технологической модернизации промышленности

Промышленная политика Российской Федерации — это комплекс правовых, экономических, организационных и иных мер, направленных на развитие промышленного потенциала Российской Федерации, обеспечение производства конкурентоспособной промышленной продукции [5]. При этом технологическое развитие и повышение конкурентоспособности российской промышленности не должно приводить к негативным социально-экологическим последствиям, что в условиях ограниченности природных ресурсов возможно обеспечить только при применении системного подхода. Указанные обстоятельства послужили драйвером для формирования экологической промышленной политики — системы мер государственного регулирования, направленной на эколого-технологическую модернизацию экономики [6].

Ответственное промышленное производство в современных экономических условиях требует значительных ресурсов, в том числе финансовых, и мотивации собственников бизнеса. Особую роль здесь приобретают государственная поддержка и возможность привлечения финансов для реализации проектов по созданию нового производства или проектов по технологической модернизации существующего производства из бюджетных и внебюджетных источников.

Основу государственной поддержки промышленности в Российской Федерации заложил Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» [5], который регулирует отношения между субъектами, осуществляющими деятельность в сфере промышленности, организациями, входящими в состав инфраструктуры поддержки указанной деятельности, органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления при формировании и реализации промышленной политики в Российской Федерации.

Стимулирование деятельности в сфере промышленности осуществляется путём предоставления нескольких форм поддержки:

- финансовая поддержка;
- информационно-консультационная поддержка;
- поддержка научно-технической и инновационной деятельности;
- поддержка развития кадрового потенциала в промышленности;
- поддержка внешнеэкономической деятельности;
- предоставление государственных и муниципальных преференций [5].

Государство может оказывать финансовую поддержку промышленным предприятиям, используя юридическую конструкцию субсидии, то есть предоставлять хозяйствующим субъектам денежные средства на безвозмездной и безвозвратной основе в целях возмещения затрат или недополученных доходов в связи с производством (реализацией) товаров, выполнением работ, оказанием услуг в тех случаях, когда это необходимо для решения публично значимых задач. Основы правового регулирования в данной сфере заложены Бюджетным кодексом Российской Федерации. Среди субсидий, разработанных в целях реализации Федерального закона от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» [5], следует отметить:

- субсидии на уплату процентов по кредитам;
- субсидии на возмещение части затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- субсидии на возмещение части затрат на обслуживание кредитов;
- субсидии на компенсацию процентов по кредитам.

Совершенно новый для России зелёный инструмент поддержки промышленности был создан в рамках Национального проекта «Экология» — механизм субсидирования зелёных облигаций и зелёных кредитов в соответствии с постановлением Правительства РФ от 30.04.2019 № 541 [7]. Предприятиям предоставлена возможность получить субсидии на возмещение затрат на выплату купонного дохода по облигациям, выпущенным в рамках реализации инвестпроектов по внедрению наилучших доступных технологий (НДТ), а с 2021 г. — субсидии на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, а также в между-

народных финансовых организациях, созданных в соответствии с международными договорами, в которых участвует Российская Федерация, на реализацию инвестиционных проектов по внедрению наилучших доступных технологий.

Также в целях финансовой поддержки промышленных предприятий им могут быть предоставлены займы на льготных условиях государственными фондами развития промышленности [5]. В России создан и успешно функционирует Государственный фонд развития промышленности; займы предоставляются предприятиям от имени фонда, но за счёт средств федерального бюджета. Для выполнения фондом функции финансовой поддержки промышленных предприятий ему из бюджета выделяются субсидии в соответствии с правилами, утверждёнными Правительством РФ [8].

Порядок предоставления субсидий из бюджетов бюджетной системы РФ основан на использовании конкурсных механизмов отбора инвестиционных проектов с набором чётко обозначенных качественных и количественных критериев, в том числе показателей эффективности использования субсидий.

В целях развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зелёного) развития в России формируется национальная система зелёного финансирования. Роль координатора в данной системе отведена Министерству экономического развития Российской Федерации [9].

К ключевым компонентам национальной системы зелёного финансирования целесообразно отнести:

- определение приоритетных направлений реализации зелёных проектов, к которым отнесены промышленность, энергетика, строительство, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, а также охрана и восстановление природных водных объектов, лесов, ландшафтов, биоразнообразия и др.;
- создание системы критериев соответствия финансового инструмента зелёному статусу; речь идёт об установлении конкретных критериев для каждого направления реализации проектов; использование этих критериев призвано обеспечить объективный отбор проектов;
- определение порядка получения и сохранения зелёного статуса финансового инструмента, то есть механизм отбора проектов и отчётов о его реализации, в том числе о достигнутых положительных экологических эффектах, и их верификации.

Отметим, что важным условием построения национальной системы зелёного финансирования является связь с мерами государственной поддержки. Выбор инвестиционных проектов необходимо осуществлять в схожих направлениях, базировать на едином определении «интенсивности зелёной окраски» проектов и применять одинаковые критерии для отбора, которые, в свою очередь, должны учитывать и национальные особенности промышленного развития, и общепризнанные мировые подходы.

На международном уровне в течение нескольких десятилетий эффективно согласовывать экономические и социально-экологические интересы помогает использование концепции наилучших доступных технологий [10]. НДТ представляет собой совокупность экономически обоснованных технологических, технических и управленческих решений, применение которых позволяет обеспечить высокую ресурсоэффективность и предотвратить или существенно снизить негативное воздействие производственной деятельности на окружающую среду [10]. Переход к технологическому нормированию на основе НДТ — это основа поэтапной модернизации основных технологических процессов на промышленных предприятиях, внедрения более ресурсоэффективных (в том числе энергоэффективных) технологий, что в итоге обеспечит снижение негативного воздействия на окружающую среду, будет способствовать сокращению выбросов парниковых газов и создаст основу для построения в государстве экономики замкнутого цикла [10, 11].

Ядро новой системы технологического нормирования составляют информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ), которые хотя и являются документами национальной системы стандартизации и применяются добровольно, но содержат показатели ресурсной и энергетической эффективности, а также технологические показатели эмиссий загрязняющих веществ. Уровень соответствия требованиям НДТ на каждом предприятии зависит от применяемых технологических, технических и управленческих решений.

Порядок разработки справочников НДТ установлен постановлением Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 [12] и включает несколько этапов, самый важный из которых — сбор данных по отрасли и определение «точки отсчёта» для установления регуляторных требований. По результатам отраслевого бенчмаркинга определяются наилучшие доступные технологии и устанавливаются соответствующие (достижимые) численные технологические показатели наилучших доступных технологий (уровни эмиссий загрязняющих веществ), на основании которых в дальнейшем приказами Минприроды России закрепляются минимальные показатели, необходимые для получения комплексного экологического разрешения. При этом ИТС НДТ пересматриваются не реже чем один раз в 10 лет (на практике — один раз в 5–7 лет), что позволяет поэтапно уточнять требования к технологиям промышленного производства.

Для целей построения национальной системы зелёного финансирования и её последующего признания за рубежом (например, Евразий-

ским банком развития) использование НДТ при отборе инвестиционных проектов будет понятно и логично, поскольку НДТ упоминается во многих многосторонних международных соглашениях, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду [13].

Процесс отбора зелёных инвестиционных проектов, направленных на достижение целей устойчивого развития, складывается из последовательной оценки проектов по нескольким показателям, которые будем называть подкритериями:

- соответствие проектов определённым направлениям (отраслям производства) и установленным (минимальным) требованиям законодательства; в части НДТ эти требования установлены в форме технологических показателей эмиссий (выбросов и сбросов загрязняющих веществ);
- предполагаемый положительный эффект от реализации проекта, который должен превышать установленные законодательством требования. Эффект можно рассматривать как социально-экологический, так как сокращение негативного воздействия на окружающую среду и повышение ресурсной эффективности производства способствуют формированию более благоприятных условий для населения, по крайней мере, в регионе расположения рассматриваемого объекта. С учётом необходимости достижения ЦУР данный подкритерий можно основывать на применении в инвестиционном проекте современных технологий, которые позволяют достичь впечатляющих показателей ресурсной и энергетической эффективности (лучших, чем таковые, установленные в информационно-технических справочниках по НДТ);
- соответствие иным требованиям, учитывающим общемировые тенденции и национальные особенности развития. Под иными требованиями для зелёных инвестиционных проектов можно понимать как соответствие определённому уровню выбросов парниковых газов (это распространённый на международном уровне подход), так и дополнительные технологические требования, например применение (или отказ от применения) определённых способов производства какой-либо продукции.

Установление ориентира по выбросам парниковых газов (их минимизации или поглощению) соответствует не только мировому тренду декарбонизации экономики, но и Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года [14]. Отметим, что с 2022 г. в рамках актуализации ИТС НДТ разрабатываются отраслевые индикативные показатели выбросов парниковых газов [15, 16]. Перспективы совместного выполнения климатических проектов активно обсуждаются в Евразийском экономическом союзе.

Ещё одна группа подкритериев связана с необходимостью выполнения Российской Федерацией требований международных соглашений (например, таких как Конвенция о защите Чёрного моря от загрязнения (Бухарестская конвенция) [17], Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязняющих веществах (Стокгольмская конвенция) [18], Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранская конвенция) [19], Минаматская конвенция о ртути [20]). Строго говоря, углеродное регулирование и задачи сокращения выбросов парниковых газов вытекают из требований международной конвенции — рамочной конвенции ООН об изменении климата и Парижского соглашения. Все эти подкритерии логично рассматривать как социально-экологические.

Все используемые критерии должны быть понятными, объективными и воспринимаемыми как регулятором, так и регулируемым сообществом, а также заинтересованными сторонами. Здесь мы вновь подчеркнём, что установление однозначных критериев отбора — это действенный инструмент для отсеивания псевдозелёных проектов, инструмент противодействия распространению гринвошинга [21].

Таким образом, при выработке единого критерия для отбора инвестиционных проектов в системе зелёного финансирования и предоставления мер государственной поддержки целесообразно использовать комплексный критерий:

$$K = K_1 \wedge K_2 \wedge K_3,$$

учитывающий достижение технологических показателей эмиссий НДТ (K_1), показателей ресурсной эффективности НДТ (K_2), а также выполнение дополнительных требований (K_3), в том числе в области снижения углеродоёмкости производства и восстановления экосистемных услуг [22].

Отметим, что критерий K можно использовать и для оценки публичной нефинансовой отчётности (отчётности в области устойчивого развития). В настоящее время российские компании в основном ориентируются на рекомендации (стандарты) Глобальной инициативы по отчётности (Global Reporting Initiative, GRI) [23]. Это достаточно стройная система документов, развивающаяся на протяжении четверти века. Однако первоочередное внимание в этой системе уделяется именно раскрытию информации, обсуждению как можно бóльшего числа показателей, рекомендованных в Руководстве GRI. Тем не менее количественные сведения, публикуемые российскими компаниями, достаточно трудно оценить и невозможно «расшифровать». Между тем в отчётах должны сдержаться сведения, характеризующие:

- потребление материальных ресурсов (сырья и материалов) и долю вторичных ресурсов;

- потребление энергии и меры, направленные на повышение энергоэффективности, и достигнутые результаты;
- потребление воды, долю и общий объём многократно и повторно используемой воды;
- выбросы и сбросы основных загрязняющих веществ;
- выбросы парниковых газов.

Можно сделать вывод, что для отраслей промышленности, отнесённых к областям применения НДТ в Российской Федерации, при подготовке отчётов об устойчивом развитии целесообразно проводить сопоставление достигнутых показателей с установленными технологическими показателями (показателями эмиссий) и показателями ресурсной эффективности, систематизированными в отраслевых ИТС НДТ, потому что, во-первых, они задают «систему координат» для оценки результатов, достигнутых компаниями, во-вторых, позволяют формировать обоснованные суждения о соответствии установленным требованиям и о характере изменения достигнутых предприятиями показателей [24].

К настоящему времени назрела необходимость разработки отечественного методологического обеспечения публичной нефинансовой отчётности, российских стандартов, на основе которых можно будет систематизировать, структурировать, унифицировать и повысить качество раскрываемой информации в области устойчивого развития.

Таксономия зелёных проектов: российские и международные подходы

Применять комплексный критерий для оценки зелёных проектов впервые было предложено в 2021 г., а в 2022 г. был опубликован (на английском языке) международный стандарт ISO 14030-3 «Оценка экологической результативности. Зелёные долговые инструменты. Часть 3. Таксономия»). Таксономия — это классификация, построенная на определённых критериях; в ISO 14030-3 эти критерии сформулированы следующим образом [25, 26]:

1) сокращение выбросов или увеличение поглощения парниковых газов;
2) адаптация к климатическим изменениям;
3) устойчивое управление и охрана водных ресурсов (в том числе морских);
4) формирование экономики замкнутого цикла;

5) предотвращение и контроль загрязнения;
6) сохранение и восстановление биоразнообразия и экосистем.

Особый интерес представляет тот факт, что в стандарте дано определение наилучших доступных технологий (НДТ), не связанное с экологическими разрешениями: «НДТ — это экономически целесообразные решения, позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду, и в том числе сократить выбросы парниковых газов» [22]. Отмечено, что в тех странах и регионах, где концепция НДТ закреплена законодательно, при разработке таксономии следует ориентироваться на национальные (региональные) справочники по наилучшим доступным технологиям. Такой подход соответствует российскому пониманию НДТ, которые рассматриваются как основа промышленной, экологической и климатической политик [27, 28]. При этом внедрение НДТ и повышение ресурсной эффективности создают условия для снижения негативного воздействия на окружающую среду, сокращения углеродоёмкости технологических процессов и продукции. Повторим: в российских отраслевых информационно-технических справочниках по НДТ устанавливаются показатели эмиссий загрязняющих веществ, показатели ресурсной эффективности производства, а с 2022 г. — индикативные показатели выбросов парниковых газов [15, 16]. Поэтому при совершенствовании таксономии зелёных проектов развития промышленности соответствие НДТ или достижение более амбициозных показателей целесообразно рассматривать как основной критерий отбора (рисунок 1).

Рисунок 1 — Наилучшие доступные технологии как ядро таксономии зелёных проектов. Рисунок составлен А.А. Волосатовой

Особенность таксономии, описанной в ISO 14030-3, заключается в том, что при достижении положительного эффекта в соответствии с одним из критериев необходимо демонстрировать отсутствие негативных эффектов по остальным пяти. Приоритетного внимания заслуживают проекты, при выполнении которых достигается эффект синергии — улучшаются показатели по нескольким критериям. Это требование также схематически отражено на рисунке 1.

Для промышленного производства в стандарте ISO 14030-3 к зелёным отнесены проекты, направленные на повышение ресурсной (в том числе энергетической) эффективности производства. Подчёркнуто, что потенциальные выгоды включают сокращение выбросов парниковых газов и внедрение НДТ (как самих технологий, так и оборудования, которое позволяет сократить удельное энергопотребление) [24]. В стандарте описаны примеры направлений зелёных проектов для ресурсоёмких отраслей экономики — цветной металлургии, химической промышленности и производства цемента. В основной части документа приведено описание показателей, характеризующих повышение ресурсной эффективности, и их размерности, но не численные значения, что является отражением принципиальной позиции международного экспертного сообщества [24]. Отметим, что в российской таксономии проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития присутствуют два варианта установления критериев, а именно: ссылки на соответствующие ИТС НДТ и конкретные показатели выбросов парниковых газов в единицах CO_2-экв. на единицу продукции (для предприятий промышленности и энергетики) или услуг (для транспорта) [27]. Российские ИТС НДТ последовательно актуализируются, численные показатели, характеризующие экологическую, ресурсную эффективность и углеродоёмкость, уточняются, и использование устаревших значений европейских бенчмарков (CO_2-экв. на т выпущенной продукции и CO_2-экв. на ГДж выработанной энергии) должно быть в самое ближайшее время устранено.

В качестве практического проекта рассмотрим зелёный проект создания предприятия ООО «Аккерманн цемент» (до января 2021 г. — «Южно-уральская горно-перерабатывающая компания») с использованием рекомендаций, приведённых в стандарте ISO 14030-3 и рекомендованных в 2021 г. в исследовании Д. О. Скобелева и А. А. Волосатовой [26].

Анализ сведений, приведённых в таблице 1, позволяет заключить, что проект создания ООО «Аккерманн цемент» отвечает критериям, как установленным для оценки проектов в стандарте ISO 14030-3 [22], так и предложенным в научных работах [29] и отчасти получившим отражение в российской таксономии проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития [28]. Особенность рассматриваемого зелёного проекта состоит в том, что такие положительные эффекты, как сокращение выбросов парниковых газов по сравнению с типовым производством аналогичной мощности, снижение площади, занятой отвалами металлургических шлаков, и предотвращение пыления отвалов в условиях континентального климата, достигнуты за счёт обеспечения высокой ресурсной (в том числе энергетической) эффективности производства и использования вторичных ресурсов по принципу формирования экономики замкнутого цикла. Возможности дальнейшего снижения выбросов парниковых газов связаны с использованием альтернативного топлива (отработанных автомобильных покрышек, обезвоженного осадка сточных вод, RDF-топлива, полученного из отходов) [30]. Однако при этом должны быть ужесточены требования к контролю поступающего топлива (в рамках системы менеджмента качества) и к производственному экологическому контролю, так как применение альтернативного топлива может привести к повышению содержания ряда загрязняющих веществ в отходящих газах [30, 31].

Таблица 1 — Экспертная оценка соответствия показателей ООО «Аккерманн цемент» рекомендациям стандарта ISO 14030-3 [23] и комплексному критерию дофинансовой оценки зелёных проектов [22]

Критерий ISO 14030-3 [25]	**Комплексный критерий $K = K_1 \wedge K_2 \wedge K_3$ [22]**	**Характеристики проекта ООО «Аккерманн цемент»**	**Количественные показатели, соответствие ИТС НДТ [32]**
Сокращение выбросов или увеличение поглощения парниковых газов [14]	Установлен подкритерием K_3: достижение дополнительных положительных эффектов, в том числе снижение выбросов парниковых газов	Выбросы CO_2 сокращаются за счёт замены части природного известняка шлаками металлургического производства и повышения энергетической эффективности технологического процесса производства цементного клинкера	Удельные выбросы составляют 0,53 CO_2-экв./т клинкера, что существенно ниже, чем в среднем по отрасли (при использовании традиционного топлива)

Продолжение таблицы 1

Критерий ISO 14030-3 [25]	Комплексный критерий $K = K_1 \Lambda K_2 \Lambda K_3$ [22]	Характеристики проекта ООО «Аккерманн цемент»	Количественные показатели, соответствие ИТС НДТ [32]
Адаптация к изменениям климата	Не рассматривается для проектов, связанных с областями применения НДТ	Возможен положительный эффект за счёт ликвидации отвалов металлургических шлаков и исключения их пыления в условиях континентального климата с малым (и снижающимся) количеством атмосферных осадков	Количественные показатели (снижение концентрации пыли в атмосферном воздухе в зоне влияния отвалов) могут быть получены в ходе систематических наблюдений
Устойчивое использование и охрана водных ресурсов	Рассматривается в контексте НДТ, для производства клинкера не рассматривается	Проект не влияет на характер использования водных ресурсов. Однако у предприятия есть планы обводнения отработанных карьеров, что будет способствовать созданию новых экосистемных услуг в условиях засушливого климата	–
Формирование экономики замкнутого цикла [31]	Рассматривается двояко: как достижение дополнительных положительных эффектов (K_3) и как применение НДТ, направленных на вовлечение вторичных ресурсов в экономический оборот	Вовлечение металлургических шлаков в производство цементного клинкера представляет собой решение, направленное на формирование экономики замкнутого цикла	Содержание шлаков в составе сырьевой муки составляет 30%, что существенно выше, чем показатель ресурсной эффективности в ИТС 6-2022
Контроль и предотвращение загрязнения (НДТ)	Установлен подкритерием K_2 в части ресурсной эффективности: должны быть достигнуты показатели, которые лучше установленных в соответствующем ИТС НДТ	НДТ производства клинкера — повышение энергетической эффективности и замена части природного сырья вторичными ресурсами [15, 16]	Удельное энергопотребление составляет 3,0 ГДж/т клинкера, что соответствует нижнему пределу отраслевых показателей для производства клинкера сухим способом в России (3,0–4,1 ГДж/т клинкера). Содержание шлаков в составе сырьевой муки составляет 30%
Сохранение или восстановление экосистем	Рассматривается как достижение дополнительных положительных эффектов, в том числе способствующих решению задач Национального проекта «Экология» (K_3)	Постепенное восстановление ландшафта, изменённого в результате складирования шлаков металлургического производства в 1955–2002 гг.	В производстве клинкера используется ежегодно 6 млн т шлаков (5 млн т из накопленных в прошлые годы и 1 млн т поступающих от АО «Уральская сталь»)

Аналогичную оценку можно выполнить и для других зелёных проектов эколого-технологической модернизации (например, проектов, описанных в выпусках альманаха «Зелёные проекты», опубликованных в 2020–2022 гг.); для обеспечения объективности выводов необходимо иметь доступ к детально описанным количественным показателям проектов, которые следует сопоставлять с показателями соответствующих ИТС НДТ.

Заключение

Научно обоснованная система критериев оценки зелёных проектов, направленных на повышение ресурсной и экологической эффективности промышленности, устанавливает единые критерии отбора проектов, которые претендуют на получение финансовой поддержки как из бюджетных, так и из внебюджетных источников, критерии понятные, объективные и одинаково воспринимаемые всеми заинтересованными сторонами. Цель такой системы — поддержка технологического развития промышленного производства при одновременном достижении баланса между экономическими, экологическими и социальными интересами.

Для системы зелёного финансирования, которая в Российской Федерации получила развитие в 2021 г., и для финансовых мер государственной поддержки промышленности целесообразно использовать единый подход. Основой для его формирования должно стать использование концепции наилучших доступных технологий — удобного инструмента, понятного экспертам, инвесторам и регуляторам.

С учётом необходимости достижения целей устойчивого развития и национальных целей Российской Федерации для дофинансовой оценки и отбора зелёных проектов целесообразно использовать комплексный критерий, базирующийся на принципах НДТ. Зелёные проекты должны обеспечивать достижение показателей экологической и ресурсной эффективности, превосходящих те, что определены в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям, и получение дополнительных положительных эффектов: сокращение выбросов парниковых газов, восстановление экосистемных услуг, использование вторичных ресурсов в производственных процессах, применение инновационных технологий.

Система дофинансового отбора и комплексный критерий оценки зелёных проектов, предложенные в 2021 г., и система подходов, установленных в 2022 г. международным стандартом ISO 14030-3 «Оценка экологической результативности. Зелёные долговые инструменты», основаны на близких принципах. В условиях Российской Федерации целесообразно в качестве основного приоритета рассматривать повышение ресурсной эффективности экономики и внедрение наилучших доступных технологий. На примере производства цемента показано, что повышение ресурсной эффективности и частичная замена природных ресурсов вторичными позволяют также сократить выбросы парниковых газов. Тем самым достигается эффект синергии: улучшаются показатели по нескольким критериям отбора проектов. При совершенствовании российской таксономии проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития целесообразно сфокусировать внимание на обязательности применения информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям для дофинансовой экспертной оценки проектов. Такое решение позволит этой таксономии стать действенным инструментом поддержки действительно зелёных проектов и предотвращения распространения гринвошинга в нашей стране.

Литература

1. Цели в области устойчивого развития ООН // Официальный сайт Организации Объединённых Наций. URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/.
2. Бобылев С. Н. Новые модели экономики и индикаторы устойчивого развития // Экономическое возрождение России. — 2020. — Т. 61. — № 3. — С. 23–29.
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Распоряжение Правительства РФ от 18.11.2020 № 3024-р «О координирующей роли Минэкономразвития России по вопросам развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации».
5. Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
6. Мантуров Д. В. Устойчивый экономический рост: аспекты гармонизации промышленной и экологической политики России // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. — 2018. — Т. 11. — № 4. — С. 132–140.
7. Постановление Правительства РФ от 30.04.2019 № 541 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на выплату купонного дохода по облигациям, выпущенным в рамках реализации инвестиционных проектов по внедрению наилучших доступных технологий, и (или) на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях, а также в международных финансовых организациях, созданных в соответствии с международными договорами, в которых участвует Российская Федерация, на реализацию инвестиционных проектов по внедрению наилучших доступных технологий».
8. Постановление Правительства РФ от 17.12.2014 № 1388 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий федеральному государственному автономному учреждению «Российский фонд технологического развития» в целях стимулирования деятельности в сфере промышленности».
9. Распоряжение Правительства РФ от 18.11.2020 № 3024-р «О координирующей роли Минэкономразвития России по вопросам развития инвестиционной деятельности и привлечения внебюджетных средств в проекты устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации».
10. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // Journal of New Economy. — 2020. — Т. 21. — № 4. — С. 153–173.
11. Гусева Т. В., Чечеватова О. Ю., Гревцов О. В., Санжаровский А. Ю., Молчанова Я. П. Наилучшие доступные технологии и повышение энергоэффективности // Компетентность. — 2019. — № 1. — С. 30–35.
12. Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»).

13. Скобелев Д. О., Микаэльссон О., Бхимани Ч. Наилучшие доступные технологии в условиях международных соглашений // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — https://esj.today/PDF/20ECVN520.pdf. DOI: 10.15862/20ECVN520.

14. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».

15. Башмаков И. А., Скобелев Д. О., Борисов К. Б., Гусева Т. В. Системы бенчмаркинга по удельным выбросам парниковых газов в чёрной металлургии // Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. — 2021. — Т. 77. — № 9. — С. 1071–1086.

16. Доброхотова М. В., Матушанский А. В. Применение концепции наилучших доступных технологий в целях технологической трансформации промышленности в условиях энергетического перехода // Экономика устойчивого развития. — 2022. — № 2 (50). — С. 63–68.

17. Конвенция о защите Чёрного моря от загрязнения от 21.04.1992. — URL: http://www.blacksea-commission.org/Official%20Documents/The%20Convention/full%20text/#ConventionProtocols-LBSAP1992.

18. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязняющих веществах. — URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/pollutants.pdf.

19. Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря от 04.11.2003. — URL: https://pavlodar.com/zakon/?dok=03217&all=all.

20. Минаматская конвенция о ртути. — URL: https://mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-rus-full.pdf.

21. Бобылев С. Н., Волосатова А. А., Скобелев Д. О. Социально-экологическая ответственность, корпоративное управление и наилучшие доступные технологии: оценка эффективности инвестиций // Экономика устойчивого развития. — 2022. — № 4 (52). — С. 12–19.

22. Скобелев Д. О., Волосатова А. А. Разработка научного обоснования системы критериев зелёного финансирования проектов, направленных на технологическое обновление российской промышленности // Экономика устойчивого развития. — 2021. — № 1 (45). — С. 181–188.

23. Дайман С. Ю. Руководство по отчётности в области устойчивого развития (GRI). — М.: Эколайн, 2007. — 54 с.

24. Молчанова Я. П., Тихонова И. О., Щелчков К. А., Волосатова А. А. Подготовка информации об экологической и ресурсной эффективности производства: учёт требований наилучших доступных технологий // Химическая промышленность сегодня. — 2022. — № 5. — С. 10–17.

25. ISO 14030-3. Environmental performance evaluation. Green debt instruments. Part 3. Taxonomy.

26. Скобелев Д. О., Волосатова А. А., Гусева Т. В., Панова С. В. Применение концепции наилучших доступных технологий в различных системах зелёного финансирования: международный опыт и перспективы использования в государствах — членах Евразийского экономического союза // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 2. — С. 33. — https://esj.today/36ecvn222.html.

27. Волосатова А. А., Пятница А. А., Гусева Т. В., Алмгрен Р. Наилучшие доступные технологии как универсальный инструмент совершенствования государственных политик // Экономика устойчивого развития. — 2021. — № 4 (48). — С. 17–23.

28. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития в Российской Федерации».

29. Скобелев Д. О., Федосеев С. В. Применение справочников по наилучшим доступным технологиям для дофинансовой оценки проектов зелёного финансирования // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/39ECVN221.pdf.

30. Wojtacha-Rychter K., Smolinski A. Multi-Case Study on Environmental and Economic Benefits through Co-Burning Refuse-Derived Fuels and Sewage Sludge in Cement Industry // Materials. — 2022. — Vol. 15. — P. 4176. — DOI: 10.3390/ma15124176.

31. Özkan A., Banar M. Refuse derived fuel (RDF) utilization in cement industry by using analytic network process (ANP) // Chemical Engineering Transactions. — 2010. — Vol. 21. — P. 769–774. DOI: 10.3303/CET1021129.

32. Потапова Е. Н., Канишев А. С., Аверочкин Е. М., Щелчков К. А. Повышение ресурсной эффективности и снижение негативного воздействия на окружающую среду // Зелёные кейсы. — М.: Деловой экспресс, 2020. — С. 58–63.

33. Valderrama C., Granados R., Cortina G. L., Casol C. M., Guillem M., Josa A. Implementation of best available techniques in cement manufacturing: a life-cycle assessment study // Journal of Cleaner Production. — 2012. — Vol. 25. — P. 60–67. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.11.055.

Научное издание

ЗЕЛЁНЫЙ ТУМАН

Под редакцией Михаила Владимировича Бегака, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра РАН

Дизайн, верстка, корректура — ООО ФИД «Деловой экспресс»

Подписано в печать 01.10.2023. Формат 60×90/8. Усл печ. л. 19.

Тираж 200 экз.

ООО ФИД «Деловой экспресс»,

125167, г. Москва, ул. Восьмого Марта 4-я, д. 6А

Тел. (495) 787-52-26, order@dex.ru

www.dex.ru