

---

---

# ПРОМЫШЛЕННАЯ И АГРАРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

---

## INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL ECOLOGY

---

---

УДК: 556.182

### НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А. В. ЁДЧИК<sup>1)</sup>, С. А. ДУБЕНОК<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Государственное предприятие «Экологияинвест»,  
ул. К. Цеткин, 18, 220004, г. Минск, Беларусь

<sup>2)</sup>Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов,  
ул. Славинского, 1/2, 220086, г. Минск, Беларусь

Необходимость внедрения природопользователями наилучших доступных технических методов определена в законодательстве Республики Беларусь. В статье представлена общая информация о наилучших доступных технических методах (НДТМ) и предпосылках их внедрения в Республике Беларусь. Проанализированы тенденции поступления загрязняющих веществ в составе сточных вод в поверхностные водные объекты страны в разрезе основных загрязняющих веществ и видов экономической деятельности предприятий, осуществляющих сброс основной массы загрязняющих веществ. Определены приоритетные факторы при выборе технологии очистки сточных вод и способа (метода) очистки в рамках выбранной технологии. Проведен анализ наличия в национальных справочных руководствах по НДТМ методов, позволяющих сократить массу загрязняющих веществ в составе сточных вод, и объем образования сточных вод.

**Ключевые слова:** наилучшие доступные технические методы; сточные воды; загрязняющие вещества; поверхностные водные объекты.

---

#### Образец цитирования:

Ёдчик АВ, Дубенок СА. Наилучшие доступные технические методы для очистки сточных вод. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* 2021;1:96–107. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-1-96-107>

#### For citation:

Yodchyk AV, Dubianok SA. Best available techniques for the waste water treatment. *Journal of the Belarusian State University. Ecology.* 2021;1:96–107. Russian. <https://doi.org/10.46646/2521-683X/2021-1-96-107>

---

#### Авторы:

Анна Владимировна Ёдчик – эксперт сектора технического регулирования.

Снежана Анатольевна Дубенок – заместитель директора по научной работе.

#### Authors:

Anna V. Yodchyk, expert of technical regulation sector. [yodchik@gmail.com](mailto:yodchik@gmail.com)

Sniazhana A. Dubianok, deputy director for science. [dsnega@list.ru](mailto:dsnega@list.ru)

## BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR THE WASTE WATER TREATMENT

A. V. YODCHYK<sup>a</sup>, S. A. DUBIANOK<sup>b</sup>

<sup>a</sup>State Enterprise «Ecologyinvest»,  
18 Zetkin Street, Minsk 220004, Belarus

<sup>b</sup>Central Research Institute for Complex Use of Water Resources,  
1/2 Slavinskaya Street, Minsk 220086, Belarus  
Corresponding author: S. Dubianok (dsnega@list.ru)

The necessity of the implementation of the Best available Techniques by nature users determined In the environmental legislation of the Republic of Belarus. The article provides general information on the best available techniques (BAT) and the reasons for their implementation in the Republic of Belarus. Trends in the flow of pollutants as part of waste water into surface water bodies of the country have been analyzed in the context of the main pollutants and types of economic activities of enterprises that discharge the pollutants. Priority factors have been determined when choosing a wastewater treatment technology and a treatment method within the framework of the selected technology.

**Keywords:** best available techniques; waste water; pollutant; surface water body.

### Введение

В законодательстве Республики Беларусь установлена обязательность внедрения природопользователями наилучших доступных технических методов (НДТМ), в том числе для очистки сточных вод, очистки отходящих газов, переработки отходов.

Вместе с тем, выбор подходящих для предприятия НДТМ является сложным процессом, требующим глубокого анализа существующей экологической ситуации на предприятии, технологического процесса и оказываемого на всех его этапах воздействия на окружающую среду, оценки технической, технологической и экономической возможности применения того или иного метода.

Учитывая, что особую проблему для Республики Беларусь представляет обеспечение качества сбрасываемых сточных вод промышленными предприятиями в водные объекты, правильный выбор для предприятий соответствующих НДТМ для очистки сточных вод приобретает первостепенное значение – как методов, интегрированных в технологический процесс, так и методов «на конце трубы».

При выборе НДТМ для очистки сточных вод необходимо учитывать, как экологический, так и экономический факторы.

Источником информации для выбора подходящих методов очистки служат справочные руководства по наилучшим доступным техническим методам – межотраслевые и отраслевые.

### Методическая часть

По данным Национального статистического комитета, сброс сточных вод в поверхностные водные объекты в 2019 г. составил 1019 млн. м<sup>3</sup>/год [1].

Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты характеризует уровень воздействия на водные объекты через поступление в них загрязненных (неочищенных) или недостаточно очищенных вод.

При этом показатели сброса сточных вод в поверхностные водные объекты включают:

– сброс сточной воды без предварительной очистки – сточной воды, качество которой позволяет сбрасывать ее в поверхностный водный объект без предварительной очистки;

– сброс нормативно-очищенной сточной воды – сточной воды, содержание загрязняющих веществ в которой на выходе с очистных сооружений не превышает нормативы допустимого сброса химических и иных веществ в составе сточных вод, установленные в разрешениях на специальное водопользование или в комплексных природоохранных разрешениях (КПР);

– сброс недостаточно очищенной сточной воды – сточной воды, сброшенной с нарушением природоохранного законодательства, в том числе в результате аварийного загрязнения, либо воды, содержание загрязняющих веществ в которой превышает нормативы допустимого сброса химических и иных веществ в составе сточных вод, установленные в разрешениях на специальное водопользование или в КПР.

Динамика сброса сточных вод в поверхностные водные объекты в 2015–2019 гг., приведенная на рисунке 1, указывает, что доля недостаточно очищенных сточных вод в общем объеме сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, составляет менее 1 %. Вместе с тем, тенденции поступления загрязняющих веществ в составе сточных вод в поверхностные водные объекты в пересчете на массу поступающего загрязнения свидетельствуют об увеличении этой доли по целому ряду показателей.



Рис. 1. Сброс сточной воды в поверхностные водные объекты по степени очистки за 2015–2019 гг. [2]

К основным загрязняющим веществам, содержащимся в большинстве промышленных сточных вод, относятся взвешенные вещества, масла и нефтепродукты, ионы тяжёлых металлов, а также органические загрязнения, характеризующиеся показателями БПК и ХПК.

Анализ динамики поступления загрязняющих веществ в водные объекты в составе сточных вод за 2015–2019 гг. (табл. 1) указывает, что масса поступающих в водные объекты загрязняющих веществ по большинству показателей, за исключением тяжелых металлов, растёт.

При сбросе производственных сточных вод в водные объекты большая часть промышленных предприятий имеет собственные очистные сооружения, однако значительная их часть функционирует неэффективно и также нуждается в модернизации, что сказывается на качестве воды в поверхностных водных объектах.

Таблица 1

Поступление загрязняющих веществ со сбросом сточных вод в поверхностные воды за 2015–2019 гг. [2]

Table 1

Input of pollutants with wastewater into surface waters for 2015–2019 [2]

Показатель	Единица измерения	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Сброс сточной воды в поверхностные водные объекты	млн. м <sup>3</sup> /год	870	1048	1053	1034	1019
<i>Сброшено загрязняющих веществ:</i>						
БПК <sub>5</sub>	тыс. т	8	9	10	9	12
минералы	тыс. т	382	404	412	419	509
сульфат-ион	тыс. т	53	51	49	48	63
хлорид-ион	тыс. т	66	69	69	70	92
аммоний-ион	тыс. т	6	6	6	5	4
взвешенные вещества	тыс. т	12	17	16	14	15
СПАВ анион.	т	107	105	110	82	88
железо общее	т	278	297	271	231	226
хром общий	т	3	3	3	4	3
медь	т	5	6	5	4	3
цинк	т	25	29	29	20	22
свинец	т	1,0	0,7	0,5	0,5	0,1

В ряде случаев на промышленных предприятиях эксплуатируются локальные очистные сооружения, конструкция которых зачастую не способна обеспечить очистку сточных вод от характерных для данного производства загрязняющих веществ.

Сточные воды предприятий энергетического комплекса образуются благодаря процессам охлаждения, смыванию шлаков и транспортировке золы и мойке оборудования, систем гидрозолоулавливания, регенерации фильтров и т.д. При этом сточные воды оборотных систем водоснабжения, широко применяемых на объектах теплоэнергетики, загрязнены в основном взвешенными веществами, маслами, нефтепродуктами.

Сточные воды нефтеперерабатывающей промышленности включают в себя следующие загрязняющие вещества: взвешенные вещества, нефтепродукты, масла, фенол, карбамид, ароматические углеводороды, аммонийный азот, парафины, сульфаты, жирные кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и др.

При производстве аммиака наиболее загрязненными являются сточные воды установок медно-аммиачной и щелочной очистки газа и регенерации медно-аммиачного раствора. Очистку сточных вод от аммиака производят различными методами (электродиализ, паровая отдувка, ионный обмен и т. д.). Очищенную и подготовленную воду используют в системах оборотного водоснабжения и питания котлов теплоэлектроцентралей.

Получение карбамида, наиболее востребованного азотного удобрения, связано с образованием большого количества реакционной воды. Сточными водами при производстве карбамида являются также конденсат острого пара; вода, образующаяся при охлаждении сальников плунжерных насосов; смывы с полов и другие неорганизованные сбросы сточных вод.

При производстве серной и соляной кислот образуются сточные воды с остаточным содержанием применяемых и обрабатываемых продуктов. Для их нейтрализации применяют известковые или доломитовые фильтры.

Производство фосфорной кислоты и фосфорных удобрений сопряжено с образованием сточных вод с высоким содержанием общего фосфора.

Образующиеся на металлургических предприятиях сточные воды имеют очень широкий спектр загрязняющих веществ в зависимости от применяемых технических процессов.

Сточные воды холодного проката содержат применяющиеся в процессах смазочно-охлаждающие жидкости в виде эмульсии и мелкодисперсные механические примеси, потому система их очистки включает, прежде всего, физико-химические методы с использованием реагентов.

Технологическое металлургическое производство включает также травильные цехи, от которых образуются сточные воды, представляющие отработанные травильные растворы и промывные воды, для очистки которых применяются нейтрализация, ионный обмен, электрохимическая очистка и др.

Заводы полного металлургического цикла включают коксохимическое производство, в котором образуются фенольные, аммиачные сточные воды, в которых, кроме того, содержатся мелкодисперсные взвешенные частицы. Сточная вода может содержать сульфиды, цианиды, сульфаты, хлориды, смолы, масла; в широком диапазоне изменяется показатель рН. Очистка сточных вод коксохимического производства производится механическими, физико-химическими и биохимическими методами.

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной промышленности имеют сложный многокомпонентный состав загрязнителей в зависимости от характера выпускаемой продукции и исходного сырья. Сточные воды, образующиеся в процессе варки целлюлозы, содержат кислоты, щелочи, древесное волокно и растворенные органические вещества, извлеченные из древесины в процессе варки; в процессе производства бумаги и картона добавляются взвешенные и растворенные вещества, большую часть которых составляют органические вещества, неорганические компоненты.

Сточные воды предприятий пищевой промышленности образуются при мойке сырья, оборудования, производственных помещений, а также после использования воды и пара в технологических процессах. Образующиеся сточные воды содержат (как в виде локальных потоков, так и в виде смешанных потоков, в различном сочетании, в разных концентрациях) содержат широкий спектр органических загрязняющих веществ, таких как животные и растительные жиры, белки (в том числе кровь), крахмал, сахар, а также соли, углеводы, красители, загустители, ПАВ, консерванты, ароматизаторы, усилители вкуса и пр. Переработка некоторых продуктов как животного (морепродукты, рыба и др.), так и растительного происхождения (картофель, свекла и др.) приводит к обильному пенообразованию. Неравномерность поступления на очистные сооружения сточных вод предприятий пищевой промышленности, а также значительные колебания качественного и количественного состава содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ требуют обязательного усреднения потоков сточных вод после их механической очистки и отстаивания. Для очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности используют комплекс методов механической, физико-химической и биологической очистки в зависимости от приемника очищенных сточных вод (системы коммунальной канализации или водный объект). В качестве методов физико-химической очистки используют, как правило, реагентную или безреагентную флотацию. При необходимости использования биологической очистки – очистку от растворенных органических веществ в аэротенках или биологических фильтрах.

Сточные воды текстильной промышленности содержат: взвешенные вещества, соединения фосфора и азота, металлов (железа, меди, цинка, никеля, хрома и др.), нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), сульфаты, хлориды и др.

В сельском хозяйстве основные объемы загрязненных сточных вод образуются на животноводческих и птицеводческих комплексах и содержат большое количество органических загрязняющих веществ. В поверхностных и подземных водах, находящихся вблизи животноводческих и птицеводческих комплексов, отмечается наличие соединений азота и фосфора, высокая бактериальная обсеменённость, в том числе и патогенными микроорганизмами.

Данные об объеме сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, процентном соотношении сброса недостаточно очищенных сточных вод, сточных вод без предварительной очистки по основным видам экономической деятельности приведены в табл. 2.

Таблица 2

Данные о структуре сброса сточных вод в поверхностные водные объекты за 2018–2019 гг. по основным видам экономической деятельности [3]

Table 2

Data on wastewater discharge pattern in the surface water for 2018–2019 by main economic activities [3]

Вид деятельности	Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, тыс. м <sup>3</sup>		
		2018	2019
Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий	Всего, из них	7871,339	8076,377
	недостаточно очищенных	35,294	16,163
	без предварительной очистки	<b>4473,34</b>	<b>3920,147</b>
Производство транспортных средств	Всего, из них	863,85	814,968
	недостаточно очищенных	0,0	0,0
	без предварительной очистки	10,0	10,0
Производство текстильных изделий	Всего, из них	329,4	333,006
	недостаточно очищенных	222,743	12,066
	без предварительной очистки	<b>141,91</b>	<b>135,716</b>
Производство изделий из дерева и бумаги	Всего, из них	7290,466	14630,23
	недостаточно очищенных	0,0	0,0
	без предварительной очистки	266,75	217,189
Производство кокса и нефтепродуктов	Всего, из них	45236,516	44975,409
	недостаточно очищенных	0,0	0,558
	без предварительной очистки	661,6	543,6
Производство химических продуктов	Всего, из них	25336,04	22165,461
	недостаточно очищенных	0,0	0,0
	без предварительной очистки	18,87	751,101
Производство фармацевтических изделий	Всего, из них	25,33	28,045
	недостаточно очищенных	0,0	0,0
	без предварительной очистки	0,0	2,1
Производственных резиновых и пластмассовых изделий	Всего, из них	3940,897	3523,13
	недостаточно очищенных	14,87	6,223
	без предварительной очистки	<b>642,06</b>	<b>147,421</b>
Металлургическое производство	Всего, из них	70,83	25,36
	недостаточно очищенных	0,0	0,0
	без предварительной очистки	9,9	9,75

Данные по показателям качества и содержанию загрязняющих веществ сточных вод в разрезе основных видов экономической деятельности представлены в табл. 3.

Таблица 3

Данные по показателям качества и содержанию загрязняющих веществ сточных вод в разрезе основных видов экономической деятельности [3]

Table 3

Data on quality indicators and pollutant content of the wastewater by main economic activities [3]

Отрасль	Год	Показатель качества (загрязняющее вещество), т				
		БПК <sub>5</sub>	Взвешенные вещества	Аммоний-ион	Сульфат-ион	Хлорид-ион
Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий	2018	528,898	262,042	528,898	0,996	21,978
	2019	301,847	221,128	301,847	0,489	11,167
Производство транспортных средств	2018	0	18,114	0	0,01	0,16
	2019	0	21,401	0	0,008	0,421
Производство текстильных изделий	2018	0,928	0	0,928	0	0
	2019	50,745	0	50,745	0	0
Производство изделий из дерева и бумаги	2018	627,147	584,542	627,147	0,248	15,155
	2019	2002,506	1669,714	2002,506	0,028	45,227
Производство кокса и нефтепродуктов	2018	2041,746	9863,121	2041,746	6,586	172,323
	2019	2093,257	10672,022	2093,257	10,603	189,595
Производство химических продуктов	2018	1673,343	9334,229	1673,343	0,237	13,021
	2019	1403,719	8587,525	1403,719	0,403	8,057
Производство фармацевтических изделий	2018	62,6	0	62,6	0,0	0,0
	2019	81,85	0	81,85	0,0	0,0
Производственных резиновых и пластмассовых изделий	2018	170.843	162.541	170.843	0.038	24.199
	2019	168.859	230.762	168.859	0.038	18.699
Металлургическое производство	2018	1.3	0	1.3	0	0
	2019	0	0	0	0	0

Исходя из загрязняющих веществ, характерных для рассматриваемых видов деятельности, выделяют следующие основные методы очистки сточных вод, приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Методы очистки сточных вод

Table 4

Methods of wastewater treatment

Наименование показателя	Методы очистки	Примеры вида сооружения по очистке сточных вод
БПК/ХПК	Биологическая очистка в естественных или искусственно созданных условиях, экстракция	Сооружения очистки сточных вод активным илом, биологические пруды, биологические фильтры, биореакторы
Взвешенные вещества	Процеживание, отстаивание, обработка в поле центробежных сил, коагуляция	Решетки, песколовки, отстойники, центрифуги, сооружения электрокоагуляции
Кислоты/щелочи	Нейтрализация	Сооружения для нейтрализации сточных вод реагентами
Соединения азота	Биологическая очистка в естественных или искусственно созданных условиях	Сооружения очистки сточных вод активным илом, биологические пруды, сооружения с денитрификацией
Соединения фосфора	Биологическая очистка в искусственно созданных условиях, реагентное осаждение	Сооружения очистки сточных вод активным илом, биологические фильтры, SBR-реакторы

Сокращение объемов образующихся производственных сточных вод, а также снижение в них количества загрязняющих веществ, можно осуществлять с помощью:

- внутрипроцессных технологий (предполагающих в том числе очистку и повторное использование воды);
- технологий очистки «на конце трубы» (предполагающих очистку сточных вод на локальных очистных сооружениях);
- комбинации таких технологий.

При этом при выборе технологии очистки сточных вод предприятия руководствуются, в первую очередь, следующими факторами:

- объем и качественный состав отводимых сточных вод;
- приемник сточных вод (окружающая среда или сети коммунальной канализации);
- экономические аспекты строительства и эксплуатации очистных сооружений.

При выборе способа (метода) очистки в рамках выбранной технологии количество учитываемых факторов значительно расширяется и при этом преобладающими становятся уже технико-экономические аспекты:

- наличие достаточных площадей и технических возможностей для размещения очистных сооружений сточных вод на территории предприятия;
- затраты на очистку на территории предприятия по сравнению с затратами на очистку или использование сточных вод за пределами предприятия;
- относительная эффективность очистки на территории предприятия и очистки за пределами предприятия, например, с учетом частичной локальной очистки на предприятии;
- утилизация отходов (осадков сточных вод, отбросов с решеток, нефтешламов и др.), образующихся в процессе очистки сточных вод на территории предприятия;
- условия, установленные в разрешении на специальное водопользование или комплексном природоохранном разрешении и/или решение местных органов власти об условиях приема сточных вод на коммунальные очистные сооружения, в том числе экономические последствия их нарушения (например, уплата повышенных тарифов);
- перспектива увеличения производственных мощностей и связанные с ней тенденции изменения объема и состава сточных вод для последующей очистки;
- близость территории жилой застройки.

Метод очистки сточных вод, позволяющий сократить массу загрязняющих веществ в составе сточных вод, с учетом технической возможности его реализации (примерные критерии приведены выше), а также экономической целесообразности и есть наилучший доступный технический метод для очистки сточных вод.

В Европейском Союзе разработка справочных руководств по НДТМ осуществляется по двум направлениям [4]:

- отраслевые НДТМ («вертикальные»), разрабатываемые для отраслей, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду – например, производство продуктов питания, минеральных удобрений, полимеров и др.;
- межотраслевые НДТМ («горизонтальные»), разработка которых охватывает технологии, характерные для любого промышленного производства – например, производство энергии, эксплуатация систем охлаждения, проведение мониторинга, в том числе в области охраны окружающей среды и т.д.

В настоящее время в Европейском Союзе разработано 34 руководства по НДТМ, из которых 28 «вертикальных» и 6 «горизонтальных».

Изучив положительный опыт Европейского Союза в вопросах внедрения НДТМ, в Республике Беларусь также начали работы по внедрению НДТМ для комплексного предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды.

С 2009 г. в Беларуси реализуется Национальная стратегия внедрения комплексных природоохранных разрешений на 2009–2020 гг. [5], определяющая задачи и перспективные направления деятельности по внедрению КПП, и НДТМ, как механизма комплексного предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды. В основополагающих законодательных актах в области охраны окружающей среды установлена необходимость внедрения природопользователями НДТМ.

Указом Президента Республики Беларусь «О комплексных природоохранных разрешениях» [6] определены объекты, оказывающие комплексное воздействие на окружающую среду, для которых внедрение НДТМ является обязательным и первоочередным.

В целях внедрения природопользователями НДТМ создан Центр по наилучшим доступным техническим методам, который осуществляет сбор, адаптацию и распространение информации о НДТМ, а также разработку национальных пособий по НДТМ, включающих сведения о применимых в Беларуси НДТМ на основе соответствующих справочных руководств по НДТМ Европейского союза, США и других государств. Анализ имеющихся НДТМ в Беларуси, других государствах и выводы об экономических и экологических аспектах для каждого наилучшего доступного технического метода разрабатываются

межведомственной временной рабочей группой, в состав которой входят специалисты республиканских органов государственного управления, научно-исследовательских институтов, организаций, занимающихся проектированием, предоставлением услуг в области охраны окружающей среды, иных заинтересованных организаций.

Изначально национальные справочные руководства по НДТМ разрабатывались в форме пособий в области охраны окружающей среды и природопользования (П-ООС) – вспомогательных документов рекомендательного характера, разъясняющих и развивающих положения НПА и ТНПА в области охраны окружающей среды и природопользования.

В период 2012–2018 гг. разработаны следующие «вертикальные» пособия по НДТМ:

П-ООС 17.02-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Комплексная оценка технологий на соответствие их наилучшим доступным техническим методам» (устанавливает НДТМ для теплоэлектростанций, целлюлозно-бумажной промышленности, производства керамических изделий, производства цемента, обработки поверхности металлов и пластика, производства стекла, чугуна и стали, сжигания отходов);

П-ООС 17.02-02-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы в литейном производстве»;

П-ООС 17.02-03-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для производства продуктов питания, напитков и молока»;

П-ООС 17.02-05-2016 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для целлюлозно-бумажной промышленности»;

П-ООС 17.02-06-2018 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для производства технического углерода»;

и следующие «горизонтальные» пособия по НДТМ:

П-ООС 17.11-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для переработки отходов»;

П-ООС 17.02-04-2014 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы. Оценка технических методов и определение на основе ее результатов наилучших доступных технических методов для хозяйственной и иной деятельности, в процессе которой используются природные ресурсы и оказывается воздействие на окружающую среду».

В 2018 г. по поручению Правительства в ходе консультаций с заинтересованными республиканскими органами государственного управления было определено, что документы, устанавливающие НДТМ, должны быть разработаны в процессе стандартизации, т.е. должны являться техническими нормативными правовыми актами. В результате было принято решение разрабатывать их в виде технического кодекса установившейся практики (ТКП).

С 2018 г. утвержден один ТКП, устанавливающий НДТМ – ТКП 17.02-17-2019 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики».

В период 2019–2020 гг. ведется разработка ряда новых ТКП, пересмотр и актуализация ряда П-ООС, затрагивающих вопросы НДТМ:

ТКП «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для очистки отходящих газов при производстве химических продуктов, кокса и продуктов нефтепереработки»;

ТКП «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы в литейном производстве»;

ТКП «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для производства продуктов питания, напитков и молока»;

ТКП «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для переработки отходов»;

ТКП «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для сжигания отходов».

Учитывая тенденцию к увеличению содержания загрязняющих веществ в воде поверхностных водных объектов, целесообразно внедрять в первую очередь НДТМ, направленные на сокращение массы загрязняющих веществ в составе сбрасываемых сточных вод, а также методы, позволяющие снизить объем образования сточных вод.

Краткий анализ наличия в национальных справочных руководствах по НДТМ основных методов, позволяющих сократить массу загрязняющих веществ в составе сточных вод и объем образования сточных вод приведен в таблице 5.

С целью оценки применения на промышленных предприятиях методов очистки сточных вод, авторами были проанализированы данные ряда предприятий по переработке мяса, как подотрасли в составе производства продуктов питания, имеющей значительное загрязнение сточных вод.

На большинстве предприятий по переработке и консервированию мяса имеются системы оборотного водоснабжения, системы повторно-последовательного водоснабжения практически отсутствуют.

На большинстве предприятий имеются интегрированные в технологический процесс методы, позволяющие сократить образование и загрязнение сточных вод (устранение протечек и проливов, наличие ловушек и сороудерживающих решеток в цехах и др.), на некоторых предприятиях применяется СИР – мойка и сухая мойка оборудования. С целью сокращения расхода воды на предприятиях моечные шланги оборудованы управляемыми вручную пусковыми механизмами.

На большинстве мясоперерабатывающих предприятий имеются очистные сооружения, при этом их состав варьируется от одноступенчатых сооружений механической очистки до сооружений полной биологической очистки сточных вод. При этом эффективность работы очистных сооружений в ряде случаев по предприятиям составляет: по БПК<sub>5</sub> – 62–71 %, по ХПК – 75–80 %, по взвешенным веществам – 47–65 %, по фосфатам – 59–65 %.

На предприятиях, где в процесс интегрируются методы сокращения загрязнения сточных вод, наблюдается тенденция к применению их механической очистки. И наоборот, на предприятиях, на которых такие методы не применяются, функционируют более сложные системы очистки сточных вод.

Таблица 5

**Анализ наличия в национальных справочных руководствах по НДТМ основных методов, позволяющих сократить массу загрязняющих веществ в составе сточных вод и объем образования сточных вод**

Table 5

**Analysis on the availability of main methods in the National Guide to the Best Available Technical Methods that allowed reduce the mass of pollutants in the wastewater composition and the amount of wastewater production**

Отрасль	Направление метода	Организационные методы	Интегрированные методы	Методы «на конце трубы»	
<b>Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий</b>					
П-ООС 17.02-03-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для производства продуктов питания, напитков и молока»	Снижение массы загрязняющих веществ	Обучение персонала	Ловушки в полу, регулярный контроль и очистка для предотвращения попадания в сточные воды	Первичное просеивание твердых веществ	
			Выбор средств для мойки, более безопасных для окружающей среды	Применение жируловителей	
				Выравнивание потока и нагрузки	
				Применение нейтрализации	
				Применение осаждения для сточных вод, содержащих взвешенные вещества	
				Применение флотации	
	Снижение объема образования сточных вод			Сухая очистка оборудования	Применение биологической очистки
				Оснащение моечных шлангов управляемыми вручную пусковыми механизмами	
				Оптимизация применения повторно используемой, теплой охлаждающей воды	
				Безразборная СИР мойка	
			Повторное использование воды после ее стерилизации и дезинфекции		

Продолжение табл. 5

Continuation table 5

Отрасль	Направление метода	Организационные методы	Интегрированные методы	Методы «на конце трубы»
<b>Металлургическое производство (также производство машин и оборудования, включая производство транспортных средств)</b>				
	Снижение массы загрязняющих веществ	–	Сбор поверхностных вод и использование в системе сбора мас-лоуловителей, перед их сбросом	Раздельная очистка сточных вод в соответствии с их составом и наличием загрязняющих веществ
	Снижение объема образования сточных вод	–	Увеличение внутренней рециркуляции производственной воды и многократное использование очищенных сточных вод	–
<b>Производство изделий из дерева и бумаги</b>				
П-ООС 17.02-05-2016 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для целлюлозно-бумажной промышленности», П-ООС 17.02-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Комплексная оценка технологий на соответствие их наилучшим доступным техническим методам»	Снижение массы загрязняющих веществ	–	Более длительная или модифицированная варка	Механическая очистка
			Высокоэффективная промывка сульфатной целлюлозы и сортировка в замкнутой системе	Биологическая очистка
			ЕСФ- и ТCF-отбеливания	
			Отбеливание с использованием двуокиси хлора в качестве отбеливающего реагента	
			Сепарация менее загрязненной воды от загрязненной и очистка технической воды	
	Снижение объема образования сточных вод	–	Сухая окорка древесины	–
			Эффективная система контроля проливов, герметизации и восстановления	
			Удаление и повторное использование конденсата из установки для выпаривания	
			Сбор и повторное использование чистой воды для охлаждения	
			Оборотное водоснабжение в цехе механического производства древесной массы	
Эффективное разделение систем циркуляции воды целлюлозно-бумажных предприятий путем использования загустителей				

Отрасль	Направление метода	Организационные методы	Интегрированные методы	Методы «на конце трубы»
<b>Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом</b>				
ТКП 17.02-17-2019 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики». П-ООС 17.02-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Комплексная оценка технологий на соответствие их наилучшим доступным техническим методам»	Снижение массы загрязняющих веществ	—		Биологическая очистка
				Реагентная обработка
				Нейтрализация
				Флотация
				Отстаивание
				Фильтрация
				Мембранное отделение
	Снижение объема образования сточных вод	—	Отстаивание на картах шламоотвала	—
Возвращение промывных вод на водоподготовку без очистки				
Возвращение промывных вод на водоподготовку с очисткой				
<b>Все отрасли промышленности</b>				
П-ООС 17.11-01-2012 «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для переработки отходов»	Снижение массы загрязняющих веществ	Идентификация компонентов, которые могут присутствовать в оборудовании, подлежащем промывке для исключения попадания в сточные воды	Обеспечение мест хранения отходов инфраструктурой для сбора возможных загрязненных сточных вод, а также предотвращения контактирования несовместимых отходов	Выбор и применение подходящего метода очистки каждого типа сточных вод
				Снижение объема образования сточных вод
			Обеспечение герметичности всех соединений между емкостями с помощью клапанов. Обязательное направление сливных трубопроводов при переливах исключительно в существующую канализационную систему	
			Повторное использование очищенных сточных вод	

### Заключение

В Республике Беларусь ведется планомерная работа по совершенствованию нормативной правовой и технической базы для внедрения наилучших доступных технических методов. Вместе с тем, ухудшающееся состояние поверхностных водных объектов говорит о необходимости более активного внедрения

на промышленных предприятиях наилучших доступных технических методов – как интегрированных в производственный процесс, так и технологий очистки «на конце трубы», предполагающих очистку сточных вод на локальных очистных сооружениях перед их сбросом в системы коммунальной канализации и на очистных сооружениях полной биологической очистки перед сбросом сточных вод в поверхностные водные объекты.

### Библиографические ссылки

1. Медведева ИВ, Кангро ИС, Василевская ЖН и др, редакторы. *Охрана окружающей среды в Республике Беларусь*. Статистический сборник. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь; 2020. 203 с.
2. Индикаторы совместной системы экологической информации. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Интернет; процитировано 11 февраля 2021 г.]. Доступно по: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/c-vodnye-resursy/s-16-zagryaznennye-neochischennye-stochnye-vody/>
3. Официальный сайт РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» [Интернет; процитировано 1 февраля 2021 г.]. Доступно по: <http://www.cricuwr.by>
4. Дубенок СА, Ёдчик АВ. Подходы к разработке справочных руководств по наилучшим доступным техническим методам в Республике Беларусь и Российской Федерации. *Актуальные проблемы экологии: сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Гродно, 4–6 октября 2017 г.* Гродненский государственный университет; редакционная коллегия: Бурдь ВН (ответственный редактор), Юхневич ГГ, Колесник ИМ, Третьякова ОМ. Гродно: ЮрСаПринт; 2017. 268 с.
5. *Национальная стратегия внедрения комплексных природоохранных разрешений на 2009–2020 годы*. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25 июля 2009 г. № 980. [Интернет; процитировано 14 января 2021 г.]. Доступно по: [https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2009-184/2009-184\(010-023\).pdf&oldDocPage=5](https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2009-184/2009-184(010-023).pdf&oldDocPage=5)
6. *Указ Президента Республики Беларусь «О комплексных природоохранных разрешениях» от 17 ноября 2011 г. № 528*. [Интернет; процитировано 12 января 2021 г.]. Доступно по: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31100528>

### References

1. Medvedeva IV, Kangro IS, Vasilevskaya ZhN et al, editors. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Respublike Belarus* [Environmental Protection in the Republic of Belarus. Statistical handbook]. Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus; 2020. 203 p. Russian.
2. Indicators of the Shared Environmental Information System. National Statistical Committee of the Republic of Belarus [Internet; cited 2021 February 11]. Available from: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/c-vodnye-resursy/s-16-zagryaznennye-neochischennye-stochnye-vody/>
3. The official website of the Central Research Institute of Complex Use of Water Resources [Internet; cited 2021 February 01]. Available from: <http://www.cricuwr.by>
4. Dubianok S, Yodchik A. The practices to the development of the reference documents on the best available techniques in the Republic of Belarus and Russian Federation. *The actual problems of ecology: collection of scientific articles based on the materials of the XII International scientific and practical conference, Hrodno, 2017 October 4–6*. Hrodno State University; edit. : Burd V (ex. ed.), Yuhnevitch G, Kolesnik O, Tretyakova O. Hrodno: YurSaPrint; 2017. 268 p. Russian.
5. National Strategy for Implementation of Integrated Environmental Permits for 2009–2020. Approved by the Council of Ministers of the Republic of Belarus dated № 980 of 2009 July 25. [Internet; cited 2021 January 14]. Available from: [https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2009-184/2009-184\(010-023\).pdf&oldDocPage=5](https://pravo.by/document/?guid=2012&oldDoc=2009-184/2009-184(010-023).pdf&oldDocPage=5). Russian.
6. Decree of the President of the Republic of Belarus «On Integrated Environmental Permits» dated № 528 of 2011 November 17 [Internet; cited 2021 January 12]. Available from: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31100528>. Russian.

Статья поступила в редколлегию 04.11.2020.  
Received by editorial board 04.11.2020.