

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

УДК 504.628.5:678.5

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Коды JEL: Q51, Q55, Q57

Градова Н. Б., доктор биологических наук, профессор, кафедра биотехнологии, Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия

E-mail: gradova.n.b@muctr.ru; SPIN-код: 5992-1164

Аверочкин Е. М., кандидат технических наук, главный научный сотрудник, научно-консультационный отдел, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Мытищи, Россия

E-mail: averochkin@gmail.com; SPIN-код: 2481-8510

Сухадольская О. С., кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, научно-консультационный отдел, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Мытищи, Россия

E-mail: o.sukhadolskaya@eipc.center; SPIN-код: 3356-2794

Данилевская А. В., ведущий специалист, отдел стандартизации, методологии наилучших доступных технологий, Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Мытищи, Россия

E-mail: a.danilevskaya@eipc.center; SPIN-код: 2903-4390

Поступила в редакцию 05.07.2024. Принята к публикации 26.07.2024

Аннотация

Актуальность темы. Выбор темы обусловлен нарастанием тройного экологического кризиса, для смягчения проявлений которого необходимо обеспечить улучшение ресурсной эффективности и сокращение негативного воздействия на окружающую среду (НВОС), без снижения производства продуктов питания.

Цель. Анализ направлений совершенствования подходов к экологически ориентированному управлению, основанному на использовании концепции наилучших доступных технологий (НДТ). Проблематика проанализирована на примере пищевой промышленности — интенсивного разведения птицы и производства молока.

Методология. При подготовке статьи использованы общенаучные методы познания. Материалы Российского бюро НДТ и проекта Организации экономического сотрудничества и развития «НДТ вокруг света», в выполнении которого участвовали авторы статьи, составили информационную основу исследования. Результаты исследования визуализированы в табличной и графической форме.

Результаты и выводы. Проведена оценка возможностей повышения ресурсной и экологической эффективности отраслей и сокращения НВОС на региональном уровне с применением концепции НДТ. Выполнен сравнительный анализ уровней потребления ресурсов и эмиссий, соответствующих НДТ и установленных в Европейском союзе, Российской Федерации и Республике Индия. Подчеркнуто, что совершенствование систем экологического и энергетического менеджмента позволяет одновременно повысить ресурсную эффективность и снизить НВОС. Даны примеры, описанных в европейских и российских справочниках по НДТ, лучших практик. Сформулированы рекомендации по совершенствованию экологически ориентированного управления применительно к развитию интенсивного разведения птицы и производства молока в Республике Индия и странах БРИКС с использованием европейского и российского опыта.

Область применения. Результаты исследования могут быть востребованы при разработке подходов к совершенствованию экологически ориентированного управления в регионах, где распространено интенсивное разведение птицы и производство молочной продукции.

Ключевые слова: экологически ориентированное управление, пищевая промышленность, молочная промышленность, птицеводство, наилучшие доступные технологии, ресурсная эффективность, экологическая эффективность.

UDC 504.628.5:678.5

OPPORTUNITIES FOR IMPROVING ENVIRONMENTALLY SOUND GOVERNANCE BASED ON THE CONCEPT OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES

JEL Codes: Q51, Q55, Q57

Gradova N. B., Doctor of Science (Biology), Professor, Department for Biotechnology, Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia
E-mail: gradova.n.b@muctr.ru; SPIN-code: 5992-1164

Averochkin E. M., PhD (Engineering), Chief Researcher, Research and Consulting Department, Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre", Mytishchi, Russia
E-mail: averochkin@gmail.com; SPIN-code: 2481-8510

Sukhadol'skaya O. S., PhD (Engineering), Leading Researcher, Research and Consulting Department, Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre", Mytishchi, Russia
E-mail: o.sukhadolskaya@eipc.cente; SPIN-code: 3356-2794

Danilevskaya A. V., Leading Specialist, Department for Standardization and Methodology of Best Available Techniques, Research Institute "Environmental Industrial Policy Centre", Mytishchi, Russia
E-mail: a.danilevskaya@eipc.center; SPIN-code: 2903-4390

Abstract

Relevance. The relevance of the topic is caused by the deteriorating triple environmental crisis, to mitigate the manifestations of which it is necessary to enhance resource efficiency, reduce negative environmental impacts and greenhouse gases emissions, while not reducing food production.

Goal. Analysis of ways to improve approaches to environmentally sound governance using the concept of Best Available Techniques (BAT). The problems are analysed on the example of the food industry — intensive poultry rearing and milk production.

Methodology. General scientific research methods were used to prepare the article. The information basis of the study was formed by the materials of the Russian BAT Bureau and of the Organization for Economic Cooperation and Development entitled "Best Available Techniques around the World", in which the authors of the article participated. The results of the study are visualised in the tabular and graphical forms.

Results and conclusions. The assessment of opportunities for improving the resource efficiency and environmental performance of industries while reducing negative environmental impacts at the regional level was carried out applying BAT principles. A comparative analysis of the BAT-associated resource consumption and emissions levels established in the European Union, the Russian Federation and the Republic of India is performed. It is emphasised that the improvement of environmental and energy management systems can simultaneously improve resource efficiency and reduce negative environmental impacts. Examples of best practices described in European and Russian BAT Reference Documents are provided. Recommendations are formulated for improving environmentally oriented governance in relation to the development of intensive poultry rearing and milk production in the Republic of India and the BRICS countries, using European and Russian experience.

Keywords: best Available Techniques, food industry, dairy industry, poultry rearing, resource efficiency, environmental performance.

DOI: 10.22394/1997-4469-2024-66-3-104-112

Введение

Пищевая промышленность является одним из ключевых секторов мировой экономики. Из-за постоянного увеличения численности населения спрос на продовольствие создал серьезные проблемы для органов власти с точки зрения повышения эффективности использования ресурсов и уменьшения эмиссий загрязняющих веществ. Как отмечает Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, к 2050 г. необходимо увеличить производство продуктов питания на 70 % [1], чтобы удовлетворить потребности 10-миллиардного населения в развивающихся и развитых странах. Необходимо найти способы производить больше продуктов питания, при этом используя меньше ресурсов (в первую очередь воды и энергии) и одновременно сокращая негативное воздействие на окружающую среду (НВОС). Это обстоятельство определяет задачи совершенствования экологически ориентированного управления как на региональном уровне, так и на уровне отдельных предприятий.

Как инструмент регулирования ресурсной и экологической эффективности промышленности и сельского хозяйства концепция наилучших доступных технологий (НДТ) получила широкое распространение во многих странах мира [2]. Отличительная особенность подходов к управлению, основанных на НДТ, заключается в установлении отраслевых показателей ресурсной и экологической эффективности, которые используются в качестве основы для определения условий выдачи предприятиям комплексных экологических разрешений, разработки программ повышения экологической эффективности и разработки зеленых проектов [2, 3]. При разработке информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ в России формируются специальные рабочие группы, в состав которых входят как эксперты, так и представители органов государственной власти (федерального и регионального уровней). На следующем этапе, при обсуждении условий комплексных экологических разрешений для предприятий и особенностей программ повышения экологической эффективности, заинтересованные стороны имеют возможность высказать свои позиции, и, как свидетельствует опыт работы в 2019—2024 гг., министерства и ведомства субъектов Российской Федерации стремятся отстоять интересы населения и использовать инструмент НДТ для развития экологически ориентированного управления регионом.

Цель статьи состоит в анализе направлений совершенствования подходов к экологически ориентированному управлению с при-

менением концепции НДТ. Проблематика проанализирована на примере пищевой промышленности — интенсивного разведения птицы и производства молока.

Материалы и методы

Подотрасли пищевой промышленности во многих странах включены в число секторов, регулируемых с помощью НДТ. Это, как правило, (1) производство продуктов питания, напитков и молока; (2) интенсивное птицеводство и свиноводство и (3) убой животных и производство побочной продукции животноводства.

В данной статье рассматриваются технологические показатели НДТ (показатели ресурсной и экологической эффективности), установленные для экологизации производства молочных продуктов и птицеводства в ЕС, России и Индии.

Процесс установления показателей НДТ включает (1) сбор данных от предприятий; (2) бенчмаркинг — сопоставительный анализ ресурсной и экологической эффективности (может быть организован на национальном (Россия, Индия) и на региональном (ЕС) уровнях); (3) идентификацию (определение) НДТ, внедрение которых позволяет предприятиям отрасли соблюдать установленные требования.

При подготовке статьи использованы общенаучные методы познания.

Материалы Российского бюро НДТ и проекта Организации экономического сотрудничества и развития «НДТ вокруг света», в выполнении которого участвовали авторы статьи, составили информационную базу исследования. Результаты исследования визуализированы в табличной и графической форме.

Результаты

Молочная промышленность

Молочная промышленность, жизненно необходимая сотням миллионов людей по всему миру, демонстрирует в настоящее время значительный рост. В первую очередь это вызвано увеличением поголовья и доступности пастбищ в Индии и Пакистане; ожидается, что к 2031 г. эти две страны будут производить более 30 % молока (от общемирового производства) [5].

В Российской Федерации годовой прирост производства молока составляет 2—3 %. В 2024 г. опубликован список 20 регионов-лидеров; в первую тройку вошли Татарстан, Краснодарский край и Башкирия. На рисунке 1 представлены сведения о производстве молока в Российской Федерации (по округам) в 2023 г.

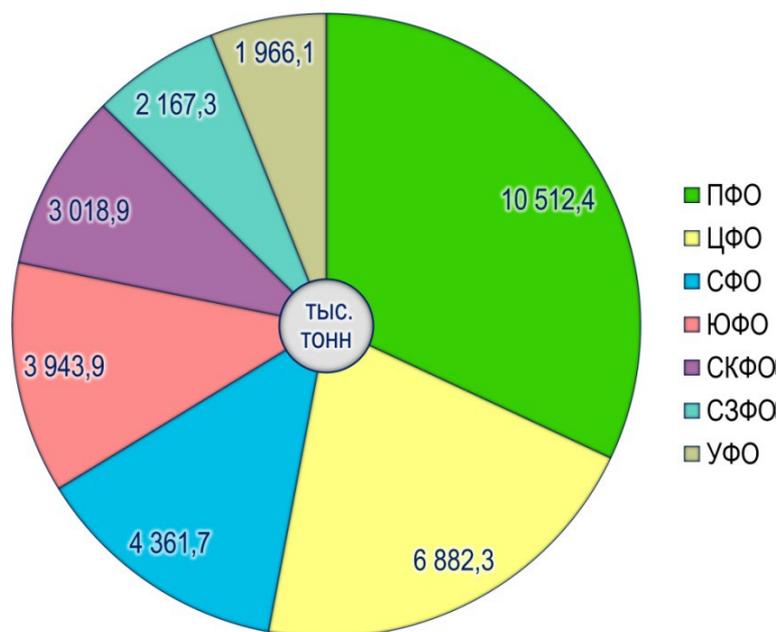


Рис. 1. Производство молока в Российской Федерации (по округам) в 2023 г.
Источники: По данным Росстата (<https://rosstat.gov.ru>)

Производство молочных продуктов характеризуется существенным потреблением воды. В первую очередь она используется для очистки и дезинфекции оборудования. Производственные сточные воды содержат растворимые органические вещества, соединения биогенных элементов (азота и фосфора), взвешенные вещества и остатки моющих средств.

Требования к очистке сточных вод в порядке совершенствования экологически ориентированного управления устанавливаются во всех странах. При этом, если технологические показатели НДТ определены на национальном уровне, экологический контроль и надзор осу-

ществляется на местах, и результаты деятельности предприятий получают отражение в региональных отчетах о состоянии окружающей среды.

В таблице 1 представлены обобщенные данные о соответствующих НДТ уровнях эмиссий, которые установлены в справочных документах по НДТ для производства напитков и молока в ЕС (в 2006 г. и 2019 г.), а также для очистных сооружений для хозяйственно-бытовых сточных вод в России (в 2019 г.) и для предприятий молочной промышленности (находится на этапе обсуждения, будет утвержден в конце 2024 г.).

Таблица 1

Характеристики очищенных сточных вод производства молочных продуктов

Показатели	Уровни эмиссий, мг/дм ³			
	Производство напитков и молока, ЕС, НДТ, 2006 г. [6]	Производство напитков и молока, ЕС, НДТ, 2019 г. [7]	Производство молока, Россия, НДТ, 2024 г. (ориентировочно)	Очистные сооружения для хозяйственно-бытовых сточных вод, Россия, НДТ, 2019 г. [8]
Биохимическое потребление кислорода, БПК ₅	<25	≤20	≤30	≤12
Химическое потребление кислорода, ХПК	<125	<125	≤150	≤80
Общее количество взвешенных веществ	<50	<50	≤50	≤15
Общий азот	<10	2—20	≤25	≤12
Общий фосфор	<9	<4	≤12	≤5

В Индии нет официальных требований к составу очищенных сточных вод молочной промышленности, но по открытым данным [9] концентрации маркерных веществ могут быть довольно высокими:

— биохимическое потребление кислорода: 40—4500 мг/дм³;

— химическое потребление кислорода: 80—3300 мг/дм³;

— общее количество взвешенных веществ: 24—4500 мг/дм³.

Птицеводство

Птицеводство — разведение домашних птиц, таких как куры, индюки, утки, гуси и т. д. для производства мяса или яиц в качестве продуктов питания. Куры являются наиболее многочисленным и популярным видом домашней птицы в большинстве стран.

Бройлеры выращиваются специально для производства мяса и чаще всего содержатся

в специальных помещениях, где корм и вода подаются с помощью подвесных кормушек и поилок. Цыплята свободно перемещаются по курятнику. В зависимости от веса птицы, ее продают на убой на 40—45-й день.

В Российской Федерации статистические данные по производству мяса птицы систематизируются на уровне федеральных округов (рисунок 2). В целом, в 2023 г. было выпущено 4,785 млн тонн мяса птицы. 38,6 % выпуска приходится на долю предприятий Центрального федерального округа. Лидируют предприятия Белгородской, Тамбовской областей и Ставропольского края. Соответственно, в этих регионах неотложно стоит задача совершенствования подходов к экологически ориентированному управлению с учетом отраслевой специфики (с учетом улучшения ресурсной и экологической эффективности).

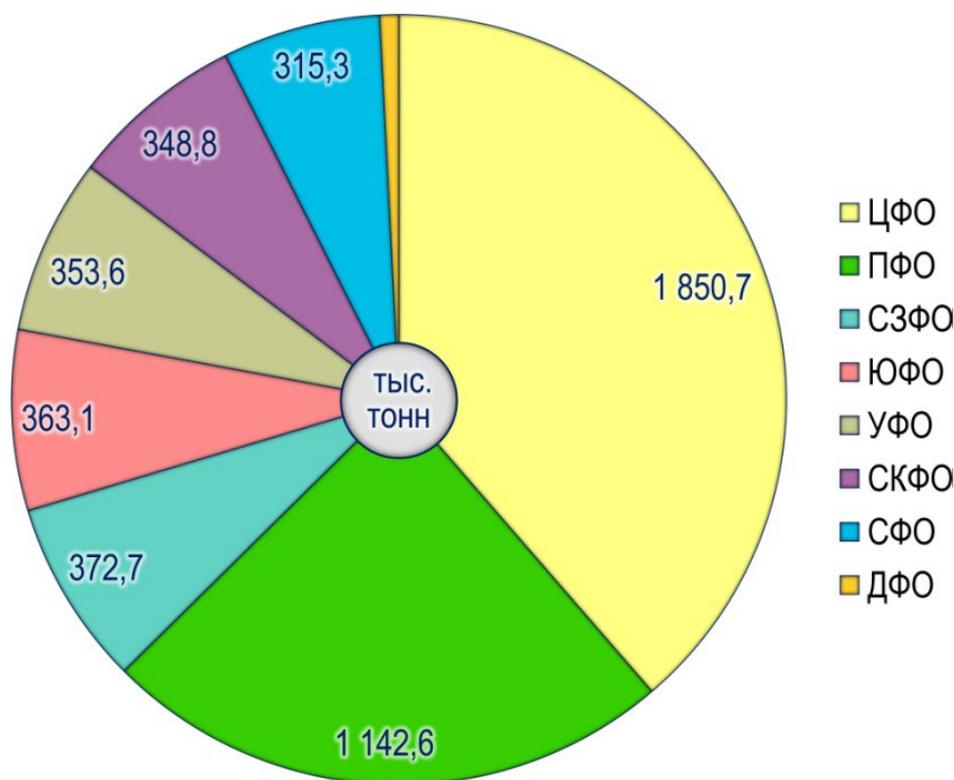


Рис. 2. Производство мяса птицы в Российской Федерации (по округам) в 2023 г.

Источник: По данным Росстата (<https://rosstat.gov.ru>)

Наиболее распространенным загрязняющим веществом, выбрасываемым птицефабриками в атмосферный воздух, является аммиак [10, 11]. При выращивании цыплят, смешивании и измельчении различных ингредиентов корма в птичниках также образуются сероводород, этилмеркаптан, диметилсульфид, метиловый спирт, диоксид серы и пыль [10, 11].

В ЕС уровень эмиссии, соответствующий НДТ, установлен только для аммиака. В России природоохранные органы склонны к расширению списков маркерных показателей, включая дурнопахнущие вещества (таблица 2); в США выбросы сероводорода из птичников также рассматриваются в числе ключевых экологических проблем [12].

Перечень маркерных показателей для выбросов в атмосферу при интенсивном птицеводстве

Показатели	Уровни эмиссий, кг/птицеместо в год	
	Интенсивное птицеводство, ЕС, НДТ, 2017 г. [10]	Интенсивное птицеводство, Россия, НДТ, 2023 г. [11]
Аммиак	0,13—0,25	1,76
Сероводород	–	0,27
Диметилсульфид	–	0,79
Этилмеркаптан	–	0,002

Обсуждение

Молочная промышленность

В ЕС требования к очистке сточных вод молочных предприятий оставались неизменными в период с 2006 г. по 2019 г. Это понятно, поскольку они и так достаточно жесткие, а технические и технологические решения для очистки сточных вод молочных предприятий в основном остаются прежними.

В России отраслевая техническая рабочая группа актуализирует ИТС НДТ для молочной промышленности с января 2024 г. Поэтому российские данные, представленные в таблице 1, являются предварительными; официальные требования будут приняты в октябре–ноябре 2024 г. Тем не менее, уже известно, что большинство предприятий не занимаются очисткой производственных сточных вод, а заключают контракты с организациями, осуществляющими очистку хозяйственно-бытовых сточных вод [8] (требования к концентрациям маркерных веществ приведены в таблице 1). Такую практику поддерживают органы власти субъектов федерации, для которых критерием экологически ориентированного управления является поэтапное сокращение сбросов загрязненных вод и улучшение состояния природных водных объектов.

Российский ИТС НДТ «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [8] — это уникальный документ, подготовленный отечественными экспертами в 2015 г. и актуализированный в 2019 г. Аналогов ему в мире нет. Еще в 2020 г. этот ИТС НДТ впервые обсуждался в странах БРИКС. Учитывая укрепление сотрудничества стран БРИКС (БРИКС+), можно рекомендовать использовать российские подходы на сооружениях очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в Индии. Кроме того, российский ИТС НДТ можно использовать как пример для разработки индийского руководства по НДТ или экологических стандартов.

Общая цель крупных промышленных предприятий всех отраслей — это повышение ресурсной эффективности производства [13]. Установление целевых показателей удельного

потребления энергии и воды в отраслях производства продуктов питания представляет собой сложную задачу, так как применяемые технологии существенно различаются в зависимости от структурных и производственных характеристик ферм и предприятий пищевой промышленности [14].

Одним из наиболее энергоемких секторов пищевой промышленности считается переработка молока; уровни удельного потребления энергии, соответствующие НДТ, для предприятий, расположенных в развитых странах, составляют (в МВт·ч на тонну переработанного сырого молока) [10]:

- для товарного молока: 0,1—0,6;
- для сыра и сырных продуктов: 0,10—0,22;
- для сухого молока: 2,0—3,0;
- для кисломолочных продуктов: 0,2—1,6.

Согласно информации, предоставленной российской технической рабочей группой, производители сухого молока потребляют около 4,5—5,5 МВт·ч/т. Аналогичный показатель для сыра варьирует от 0,12 МВт·ч/т до 0,30 МВт·ч/т.

Для снижения энергопотребления рекомендуется использовать соответствующую комбинацию (1) общепринятых методов, включая рекуперацию тепла, совершенствование систем энергетического менеджмента, снижение теплопотерь за счет улучшения изоляции и (2) набора отраслевых НДТ, включая установку энергоэффективных гомогенизаторов, регенеративный теплообмен при пастеризации и обработке молока при ультравысоких температурах без промежуточной пастеризации.

Птицеводство

Установленный в России уровень эмиссий аммиака, соответствующий НДТ, в ~10 раз выше, установленного в ЕС. В США выбросы аммиака на бройлерных фермах варьируют в интервале 0,15 кг до 1,0 кг на птицеместо в год [12]. К основным факторам, влияющим на эмиссии, относятся: системы содержания домашней птицы, сезонные изменения, организация кормления, материалы для подстилки, плотность поголовья и активность животных. Эти факторы могут влиять как на качество воздуха в поме-

щениях, так и на выбросы аммиака в окружающую среду [10, 11, 12, 15]. Таким образом, чтобы лучше понять разницу в уровнях эмиссий и возможностях улучшения экологической эффективности, необходимо провести специальные отраслевые исследования.

Доступных данных об уровнях эмиссий в атмосферу, соответствующих НДТ, для индийского птицеводства нет, тем не менее, в отраслевых руководящих документах [16] установлены маркерные показатели: (1) газообразные выбросы аммиака и сероводорода из курятников и (2) пыль, образующаяся при подготовке комбикорма, во время смешивания и измельчения различных кормовых ингредиентов.

Основываясь на международном опыте, целесообразно рассмотреть применимость таких мер, как удаление навоза с помощью ленточных конвейеров, установку систем принудительной вентиляции, а также использование систем очистки отходящих газов [10]. Что касается сточных вод, рекомендуется, в первую очередь, свести к минимуму потребление воды, разделять ливневые и производственные стоки и очищать их должным образом на сооружениях для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и локально [10].

Для развивающихся стран важно провести дополнительный анализ технологических процессов птицеводства, описанных в европейских и российских справочных документах по НДТ, и рассмотреть возможность установления маркерных показателей, характерных для используемых технологических процессов.

Заключение

Выполненное исследование позволяет сделать вывод, что в настоящее время концепция НДТ является основой для установления количественных показателей для оценки ресурсной и экологической эффективности различных промышленных секторов.

Выявлены основные задачи, которые надо решить при актуализации ИТС НДТ для производства продуктов питания: (1) для каждого производственного процесса в области применения НДТ надо улучшать методологию выбора маркерных показателей; (2) должны быть уточнены технологические показатели выбросов и сбросов; (3) для повышения ресурсной эффективности производства следует устанавливать целевые уровни потребления энергии и воды, соответствующие НДТ.

Рекомендовано использовать отраслевой ИТС НДТ «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [8], разработанный в Российской Федерации, в каче-

стве примера для Республики Индия и других развивающихся стран [17], заинтересованных в совершенствовании экологически ориентированного управления на региональном и отраслевом уровнях.

Перспективным направлением развития исследований может стать обсуждение российского опыта установления технологических показателей эмиссий и целевых показателей ресурсной эффективности со специалистами стран БРИКС.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global agriculture towards 2050. High-Level Expert Forum. — 2009. — URL: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf (дата обращения: 24.06.2024).

2. Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution. Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-Associated Environmental Performance Levels and BAT-Based Permit Conditions. — Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD, 2020. — URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/guidance-document-on-determining-best-available-techniques.pdf> (дата обращения: 24.06.2024).

3. Skobelev D. Environmental Industrial Policy in Russia: Economic, Resource Efficiency and Environmental Aspects / D. Skobelev // Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Bulgaria. — 2019. — Vol. 19. — Is. 5.3. — P. 291—298. — DOI: 10.5593/sgem2019/5.3/S21.037.

4. Nemenushchaya L. Production and Use of Basic Technological Facilities for BAT in the Food and Processing Industries of Agribusiness / L. Nemenushchaya, L. Konvalenko, T. Shchegolikhina // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. — 2019. — 403. — 012104. — DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012104.

5. Dairy and Dairy Products. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022—2031. — OECD Publishing, Paris, 2021. — DOI: 10.1787/191239cc-en.

6. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. — European Commission, 2006. — URL: <https://>

eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-03/superseded_fdm_bref_0806.pdf (дата обращения: 24.06.2024).

7. JRC Science for Policy Report. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. — European Commission, 2019. — URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118627_FDM_Bref_2019_published.pdf (дата обращения: 24.06.2024).

8. ИТС 10-2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов : Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Издание официальное. — Москва : Бюро НДТ, 2019. — 436 с. — URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=504&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 24.06.2024).

9. *Thakur A.* Water Footprint — A Tool for Sustainable Development of Indian Dairy Industry / A. Thakur, A. Kumar, B. Vanita [et al.] // International Journal of Livestock Research. — 2019. — Vol. 8 (10). — P. 1—18. — DOI: 10.5455/ijlr.20180110101311.

10. JRC Science for Policy Report. Reference Document on Best Available Techniques for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. — European Commission, 2017. — URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published.pdf (дата обращения: 24.06.2024).

11. ИТС 42-2023. Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы : Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Издание официальное. — Москва : Бюро НДТ, 2023. — 196 с. — URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=2096&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 24.06.2024).

12. *Ni J. Q.* Emission Factors and Characteristics of Ammonia, Hydrogen Sulfide, Carbon Dioxide, and Particulate Matter at Two High-Rise Layer Hen Houses / J. Q. Ni, S. Liu, C. A. Diehl [et al.] // Atmospheric Environment. — 2017. — Vol. 154. — P. 260—273.

13. *Ladha-Sabur A.* Mapping Energy Consumption in Food Manufacturing / A. Ladha-Sabur, S. Bakalis, P. J. Fryer [et al.] // Trends in Food Science & Technology. — 2019. — Vol. 86. — P. 270—280. — DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.034.

14. *Gosalvitr P.* Energy Demand and Carbon Footprint of Cheddar Cheese with Energy Recovery from Cheese Whey / P. Gosalvitr, R. Cuellar-Franca, R. Smith, A. Azapagic // Energy Procedia. —

2019. — Vol. 161. — P. 10—16. — DOI: 10.1016/j.egypro.2019.02.052.

15. *Bist R. B.* Ammonia Emissions, Impacts, and Mitigation Strategies for Poultry Production: A Critical Review / R. B. Bist, S. Subedi, L. Chai, X. Yang // Journal of Environmental Management. — 2023. — Vol. 328. — 116919. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116919>. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722024926> (дата обращения: 24.06.2024).

16. Environmental Guidelines for Poultry Farms, Central Pollution Control Board. — Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India, Delhi, 2022. — URL: <https://cpcb.nic.in/openpdf.php?id=TGF0ZXN0RmlsZS8zNDFFMTY0MTgwNzg1N19tZWRpYXBob3RvMjg2MjgucGRm> (дата обращения: 24.04.2024).

17. *Tikhonova I.* Interrelatedness of Best Available Techniques and Best Environmental Practices: A Municipal Wastewater Treatment Case / I. Tikhonova, T. Guseva, S. Panova // Proceedings of 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2022, Bulgaria. — 2022. — Vol. 22. — Is. 5.1. — P. 257—265. — DOI: 10.5593/sgem2022/5.1/s20.033.

LITERATURE

1. Global agriculture towards 2050. High-Level Expert Forum. — 2009. — URL: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf (access date: 24.06.2024).

2. Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution. Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-Associated Environmental Performance Levels and BAT-Based Permit Conditions. — Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD, 2020. — URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/guidance-document-on-determining-best-available-techniques.pdf> (access date: 24.06.2024).

3. *Skobelev D.* Environmental Industrial Policy in Russia: Economic, Resource Efficiency and Environmental Aspects / D. Skobelev // Proceedings of the 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019, Bulgaria. — 2019. — Vol. 19. — Is. 5.3. — P. 291—298. — DOI: 10.5593/sgem2019/5.3/S21.037.

4. *Nemenushchaya L.* Production and Use of Basic Technological Facilities for BAT in the Food and Processing Industries of Agribusiness / L. Nemenushchaya, L. Konovalenko, T. Shchegolikhina // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. — 2019. — 403. — 012104. — DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012104.

5. Dairy and Dairy Products. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022—2031. — OECD Publishing, Paris, 2021. — DOI: 10.1787/191239cc-en.

6. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. — European Commission, 2006. — URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-03/superseded_fdm_bref_0806.pdf (access date: 24.06.2024).

7. JRC Science for Policy Report. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. — European Commission, 2019. — URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-01/JRC118627_FDM_Bref_2019_published.pdf (access date: 24.06.2024).

8. ITS 10-2019. Reference Document on Best Available Techniques for the Municipal Wastewater Treatment. — Rosstandart, Moscow, 2019. — URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=504&etkstructure_id=1872 (access date: 24.06.2024).

9. Thakur A. Water Footprint — A Tool for Sustainable Development of Indian Dairy Industry / A. Thakur, A. Kumar, B. Vanita [et al.] // International Journal of Livestock Research. — 2019. — Vol. 8 (10). — P. 1—18. — DOI: 10.5455/ijlr.20180110101311.

10. JRC Science for Policy Report. Reference Document on Best Available Techniques for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. — European Commission, 2017. — URL: https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published.pdf (access date: 24.06.2024).

11. ITS 42-2023. Reference Document on Best Available Techniques for the Intensive Rearing of Poultry. — Rosstandart, Moscow, 2023. — URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=2096&etkstructure_id=1872 (access date: 24.06.2024).

12. Ni J. Q. Emission Factors and Characteristics of Ammonia, Hydrogen Sulfide, Carbon Dioxide, and Particulate Matter at Two High-Rise Layer Hen Houses / J. Q. Ni, S. Liu, C. A. Diehl [et al.] // Atmospheric Environment. — 2017. — Vol. 154. — P. 260—273.

13. Ladha-Sabur A. Mapping Energy Consumption in Food Manufacturing / A. Ladha-Sabur, S. Bakalis, P. J. Fryer [et al.] // Trends in Food Science & Technology. — 2019. — Vol. 86. — P. 270—280. — DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.034.

14. Gosalvitr P. Energy Demand and Carbon Footprint of Cheddar Cheese with Energy Recovery from Cheese Whey / P. Gosalvitr, R. Cuellar-Franca, R. Smith, A. Azapagic // Energy Procedia. — 2019. — Vol. 161. — P. 10—16. — DOI: 10.1016/j.egypro.2019.02.052.

15. Bist R. B. Ammonia Emissions, Impacts, and Mitigation Strategies for Poultry Production: A Critical Review / R. B. Bist, S. Subedi, L. Chai, X. Yang // Journal of Environmental Management. — 2023. — Vol. 328. — 116919. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116919>. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722024926> (access date: 24.06.2024).

16. Environmental Guidelines for Poultry Farms, Central Pollution Control Board. — Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India, Delhi, 2022. — URL: <https://cpcb.nic.in/openpdf.php?id=TF0ZXN0RmlsZS8zNDFfMTY0MTgwNzg1N19tZWVpYXBob3RvMjg2MjgucGRm> (access date: 24.04.2024).

17. Tikhonova I. Interrelatedness of Best Available Techniques and Best Environmental Practices: A Municipal Wastewater Treatment Case / I. Tikhonova, T. Guseva, S. Panova // Proceedings of 22nd International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2022, Bulgaria. — 2022. — Vol. 22. — Is. 5.1. — P. 257—265. — DOI: 10.5593/sgem2022/5.1/s20.033.