

Секция: Экология, биоэнергетика и биогеотехнология

УДК 502.34

DOI: <http://doi.org/10.20914/2304-4691-2025-1-26-30>

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т. В. Гусева¹, И. О. Тихонова^{1,2}, Я. П. Молчанова²¹ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», Мытищи, Россия²ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, Москва, Россия

В соответствии с распространённым и международно принятым определением «Биоэкономика – это производство, использование и сохранение биологических ресурсов; биоэкономика охватывает научные исследования, разработку новых технологий и технических решений, необходимых для достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) во всех отраслях экономики [1]. В Российской Федерации в рамках формирования Национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики» получило распространение следующее уточнённое определение: «Биоэкономика – современное научно-практическое направление, основанное на превращении возобновляемых биологических ресурсов в биоэнергию, промышленную, пищевую, кормовую и иную продукцию с высокой добавленной стоимостью» [2, 3, 4]. Речь идёт прежде всего об эффективном, неистощительном использовании возобновляемых ресурсов для достижения как национальных целей развития России, так и ЦУР. При этом НП «Технологическое обеспечение биоэкономики» и НП «Экологическое благополучие» направлены соответственно на (1) «...создание в России инфраструктуры для использования биологического сырья и на разработку уникальных технологий, востребованных в сельском хозяйстве, экологии и при создании лекарственных препаратов» [2] и (2) «сохранение и восстановление окружающей среды, в том числе в рамках мероприятий по ликвидации объектов накопленного вреда, применении вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в отраслях экономики, снижению выбросов опасных загрязняющих веществ в атмосферный воздух, оздоровлению водных объектов, сохранению лесов, сохранению и восстановлению редких видов животных, развитию системы особо охраняемых природных территорий и экологическому просвещению» [5]. Пространные определения приведены затем, чтобы подчеркнуть взаимосвязь этих проектов, а также тот факт, что биотехнологические процессы играют ключевую роль в достижении целей НП «Экологическое благополучие» [3]. В глобальном контексте развитие биоэкономики вносит вклад в достижение широкого спектра ЦУР (см. рис. 1) [6, 7].

Цель данной статьи состоит в том, чтобы познакомить читателей с ключевыми подходами к повышению экологической и ресурсной эффективности пищевой промышленности как одной из ключевых отраслей, развитие которой вносит существенный вклад в реализацию НП «Технологическое обеспечение биоэкономики» и НП «Экологическое благополучие». Внимание авторов сосредоточено прежде всего на производстве молочных продуктов, потребление которых по итогам 2024 г. достигло 250 кг на душу населения. По свидетельству руководителей «Россельхозбанка», «Россия занимает третью строчку рейтинга ведущих стран по производству сыров в мире и входит в десятку ведущих стран по производству сливочного масла. Сыр остается одной из самых быстрорастущих категорий в молочном сегменте, его потребление составляет порядка 10,5 кг на душу населения в год» [8].

Предприятия пищевой промышленности являются объектами эколого-технологического регулирования на основе концепции наилучших доступных технологий (НДТ). Определение НДТ было впервые введено в законодательное поле в 2014 г., при подготовке к реализации НП «Экология», преемником которого стал НП «Экологическое благополучие». В настоящее время наиболее точным считается определение, данное Д. О. Скобелевым: «Наилучшие доступные технологии – это совокупность технологических, технических и управленческих (организационных) решений, практическое применение которых позволяет предприятиям добиваться высокой ресурсной и экологической эффективности производства и ограничивать выбросы парниковых газов» [9].

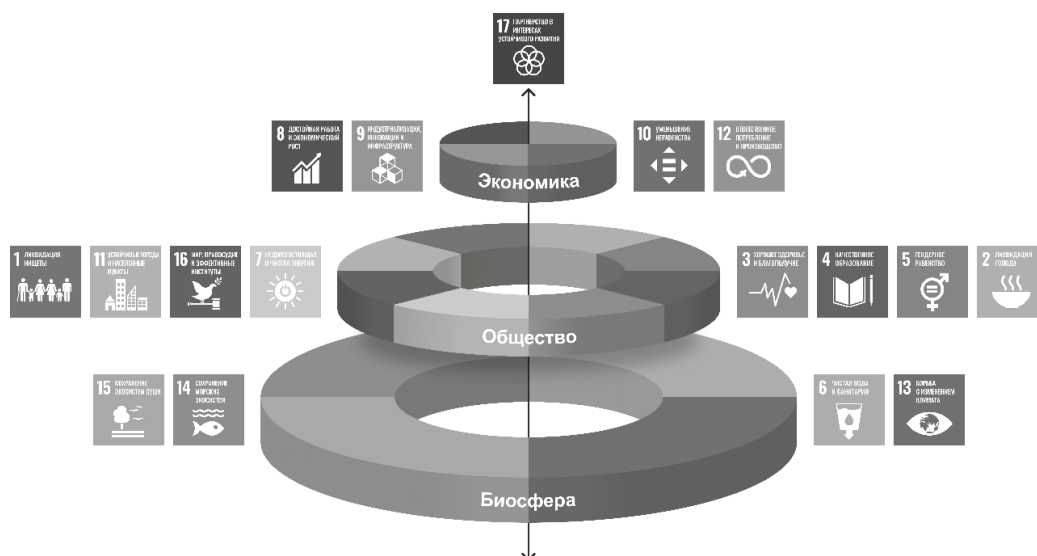


Рисунок 1 – Взаимосвязь целей устойчивого развития в контексте развития биоэкономики ([1, 3], с изменениями)

Сведения об НДТ систематизированы в информационно-технических справочниках (ИТС). Для отраслей, связанных с биоэкономикой (а вернее – вносящих вклад в её развитие), разработаны следующие ИТС:

- ИТС 41-2023 «Интенсивное разведение свиней»;
- ИТС 42-2023 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы»;
- ИТС 43-2023 «Убой продуктивных животных и производство мясной продукции и (или) продукции из мяса птицы»;
- ИТС 44-2024 «Производство продуктов питания и напитков»;
- ИТС 45-2024 «Производство молока и молочной продукции».

В контексте применения биотехнологических решений для минимизации негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) следует упомянуть также:

- ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»;
- ИТС 53-2022 «Ликвидация объектов накопленного вреда окружающей среде».

Рассмотрим подробнее ИТС 44-2024 и ИТС 45-2024. Перечень видов экономической деятельности, на которые распространяется действие этих справочников, настолько широк, что занимает несколько страниц и охватывает практически все подотрасли пищевой промышленности. Отметим, что подобным образом построен и европейский справочник, основной принцип которого – «от общего к частному», от процессов и аппаратов пищевых производств к деталям потребления ресурсов и факторов воздействия на окружающую среду, характерных для переработки мяса, рыбы, молока, производства напитков (в том числе алкогольных) и др. Европейский справочник отражает приоритетное внимание к обеспечению высокой ресурсной (прежде всего энергетической) эффективности процессов переработки сырья, а также к сокращению потерь [10].

В пищевой промышленности электрическая и тепловая энергия потребляется практически на всех этапах технологических процессов. Энергия необходима для охлаждения, нагревания (всех видов тепловой обработки сырья), производства пара, горячей воды, измельчения, а также для отопления и освещения производственных площадок. Энергоёмкость различных видов продукции пищевой промышленности представлена на примере Великобритании, известной своими достижениями в обеспечении высокой энергоэффективности производства [11] (рис. 2).

Как видно из рис. 2, энергоёмкость сухого молока и сыра сопоставима с энергоёмкостью стали, а энергоёмкость продуктов из свинины и мяса птицы сравнима с энергоёмкостью цемента и керамического кирпича (продукции отраслей промышленности, для которых в большинстве стран мира разрабатываются стратегии повышения энергетической эффективности) [12].

В рамках развития концепции НДТ в Российской Федерации также всё большее внимание уделяется вопросам повышения ресурсной эффективности производства; в ИТС по пищевой промышленности приведены технологии и технические решения, направленные на сокращение потребления тепловой и электрической энергии, а также снижение потерь сырья. Так, в ИТС 45-2024 установлены целевые показатели ресурсной эффективности и приведены интервалы значений, в которых варьирует удельное потребление энергии – электрической (кВт*ч/т продукции), тепловой энергии (кг пара / т продукции), энергии, расходуемой холодильными установками (кВт*ч/т продукции), а также воды (м³ на тонну продукции).

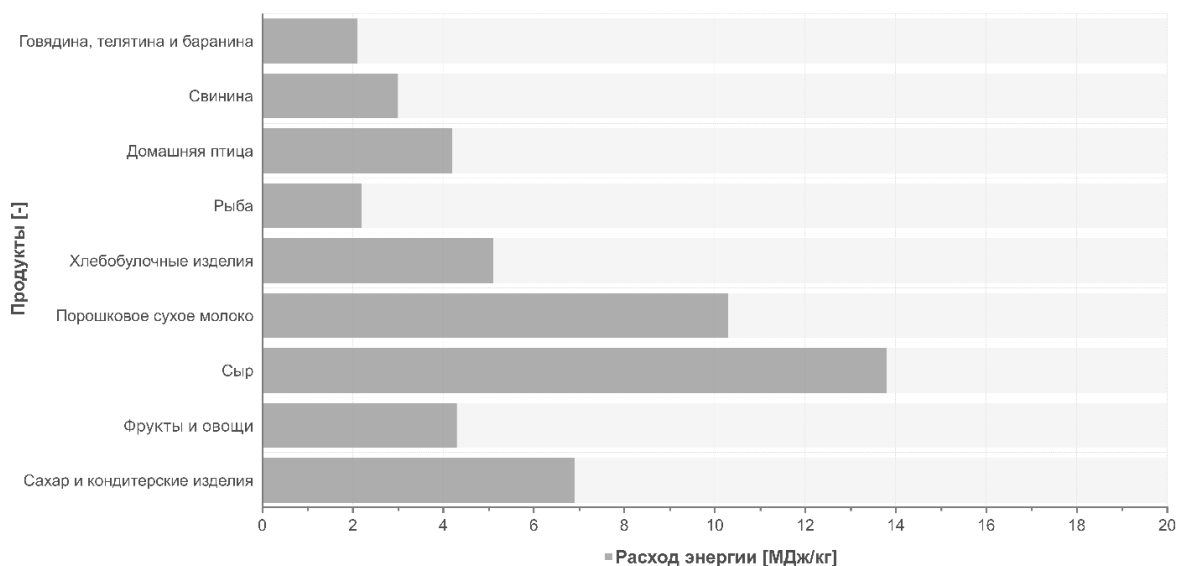


Рисунок 2 – Энергоёмкость типичных видов продукции пищевой промышленности ([13], с изменениями)

Для сухого молока и сыров после пересчёта можно получить интервал значений 15-50 ГДж / т продукции. Лучшие показатели близки к таковым, характерным для лидирующих европейских предприятий; в США и Канаде энергопотребление на тонну сухого молока варьирует от 25 до 40 ГДж на тонну продукции. Сопоставление является выборочным, так как данные бенчмаркинга (весьма ограниченные) доступны лишь для Европейского союза (ЕС).

В контексте негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) рассматривают прежде всего образование больших потоков сточных вод, характеризующихся высоким содержанием органических веществ (по биохимическому и химическому потреблению кислорода) и соединений биогенных элементов (фосфора и азота). В табл. 1 сопоставлены требования к составу очищенных сточных вод для предприятий, установленные в ИТС 45-2024 [14], аналогичном справочнике, действующем в ЕС [15, 16], а также в ИТС 10-2019 [17].

Выбор справочников для сравнительного анализа показателей продиктован следующими обстоятельствами:

- ИТС 45-2024 – основной отраслевой справочник, на основе которого выпущен приказ Минприроды России, устанавливающий требования к отраслевым предприятиям, обязательные при получении комплексных экологических разрешений;

- ИТС 10-2019 – справочник, адресованный предприятиям водоснабжения и водоотведения, которые в подавляющем большинстве случаев «отвечают» за очистку сточных вод предприятий пищевой промышленности (в том числе после предварительной очистки на локальных очистных сооружениях);

- Европейский справочник по пищевой промышленности и российский ИТС 10-2019 служат ориентирами для ряда государств ЕАЭС и БРИКС+, которые поэтапно внедряют эколого-технологическое регулирование деятельности крупных предприятий [16, 18].

Несмотря на разницу в перечнях показателей, основное внимание во всех справочниках уделено наиболее существенным, маркерным показателям (в международной терминологии – Key Environmental Issues, KEI), прежде всего – соединениям фосфора, играющим роль лимитирующего фактора в процессе эвтрофикации водных объектов, а также соединениям азота. При этом российские отраслевые показатели для производства молока [14] установлены для (1) биохимического потребления кислорода, (2) химического потребления кислорода, (3) фосфатов (в таблице приведены в пересчёте на фосфор фосфатов, (3) аммонийного азота и (4) взвешенных веществ. Отметим, что эти показатели, имеющие обязательную силу, значительно выше, чем соответствующие показатели для водоканалов, обеспечивающих, как уже отмечено, очистку (доочистку) сточных вод предприятий пищевой промышленности. Требования к содержанию поверхностно-активных веществ, сульфатов и углеводов нефти следует считать общими, отражающими, в том числе, влияние вспомогательных производств и поверхностных (ливневых) сточных вод.

Таблица 1 – Сравнительный анализ технологических показателей, установленных в отраслевых справочниках по наилучшим доступным технологиям

Характеристики очищенных сточных вод	Технологические показатели, мг / дм ³		
	Отраслевые для производства молочной продукции		РФ, для крупных водоканалов (производительность эквивалентна очистке сточных вод городов с населением 200 тыс. – 1000 тыс. жителей), 2019 [17]
	ЕС, 2019 [15]	РФ, 2024 [14]	
Биохимическое потребление кислорода, мг О ₂ / дм ³	≤ 20	≤ 300	≤ 8
Химическое потребление кислорода, мг О / дм ³	< 125	≤ 500	≤ 80
Взвешенные вещества	< 50	≤ 220	10-14
Азот (общий)	2-20	н/у	н/у
Фосфор (общий)	< 4	н/у	н/у
Фосфор фосфатов	н/у	≤ 3,1*	≤ 0,7
Азот аммонийный	н/у	≤ 19,5*	≤ 1
Азот нитратов	н/у	н/у	9-12
Азот нитритов	н/у	н/у	≤ 0,2
Сульфат-ион	н/у	220	н/у
Поверхностно-активные вещества	н/у	2,4	н/у
Углеводороды нефти	н/у	0,05	н/у

* Показатели пересчитаны, в оригинальном документе установлены в размерности фосфат-ион и аммоний-ион соответственно.

н/у – показатели не установлены

В большинстве случаев состав сточных вод предприятий пищевой промышленности, поступающих на очистку на сооружениях водоканалов, регулируется соглашениями между субъектами хозяйственной деятельности, в то время как к составу очищенных сточных вод, поступающих с сооружений водоканалов в природные водные объекты, предъявляются достаточно жёсткие требования, установленные постановлением Правительства РФ [19].

Перспективы развития исследований таковы. В 2025-2026 гг. планируется провести анализ результата перехода предприятий различных отраслей к эколого-технологическому регулированию на основе принципов НДТ, то есть, результаты получения предприятиями комплексных экологических разрешений и реализации программ эколого-технологической модернизации производства (повышения экологической эффективности). В результате анализа станут доступными сведения о достижении технологических показателей, а также об их применении (например, очищаются ли сточные воды на самих предприятиях пищевой промышленности или направляются на водоканалы). Эти сведения составят информационную основу для принятия решений об актуализации отраслевых ИТС в части установления технологических показателей эмиссий и целевых показателей ресурсной эффективности производства, а также о разработке мер государственной поддержки предприятий-лидеров, в том числе, в рамках НП «Технологическое обеспечение биоэкономики».

Литература

1. Global Bioeconomy Summit. Global Bioeconomy Summit Communiqué. 2018. URL: https://bioekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/empfehlungen/GBS_2018_Communique.pdf (дата обращения: 20.07.2025).
2. Биоэкономика: официальный сайт Национального проекта. URL: <https://xn--80aarpmpemcchfmo7a3c9ehj.xn-p1ai/new-projects/bioekonomika/> (дата обращения: 20.07.2025).
3. Панфилов В.И., Градова Н.Б., Шакир И.В. и др. Эффективное использование растительных природных ресурсов для получения кормовых добавок как перспективное направление развития биоэкономики // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 2 (58). С. 361–367.
4. Мутиц О.С. Биоэкономика в России и мире: современное состояние и проблемы // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. № 12 (1). С. 416–424.
5. Экологическое благополучие: официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2178/> (дата обращения: 20.07.2025).
6. Patermann C., Aguilar A. The Origins of the Bioeconomy in the European Union // New Biotechnology. 2018. Vol. 40. Part A. P. 20–24. doi: 10.1016/j.nbt.2017.04.002
7. A Sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the Connection between Economy, Society, and the Environment. European Union. Brussels, 2018. 105 p.
8. Официальный сайт ФГБУ «Центр агроаналитики» Минсельхоза России. URL: <https://specagro.ru/news/202501/potreblenie-molochnykh-produktov-v-rf-v-2024-godu-stalo-rekordnym-rosselkhozbank> (дата обращения: 21.07.2025).
9. Скобелев Д.О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности и достижение целей устойчивого развития // Journal of New Economy. 2020. Т. 21. № 4. С. 153–173.
10. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for 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: 21.07.2025).
11. Peñasco C. From policy to practice: The role of national policy instruments and social barriers in UK energy efficiency adoption in households // Energy Policy. 2024. Vol. 194. 114308. doi: 10.1016/j.enpol.2024.114308
12. IEA Energy Efficiency Policy Toolkit 2025. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/1c9f0a29-e440-4cbc-839a-9b1916818267/IEAEnergyEfficiencyPolicyToolkit_2025_Online.pdf (дата обращения: 21.07.2025).
13. Corigliano O., Algieri A. A comprehensive investigation on energy consumptions, impacts, and challenges of the food industry // Energy Conversion and Management: X. 2024. Vol. 23. 100661. doi: 10.1016/j.ecmx.2024.100661
14. ИТС 45-2024 «Производство молока и молочной продукции». М.: Министерство сельского хозяйства РФ, 2024. 189 с.
15. Guseva T., Panova S., Molchanova Ya. et al. Best Available Techniques: Challenges and Opportunities in the Food Industry // Proceedings of the 24th International Multidisciplinary Conference SGEM 2024. 2024. Vol. 24. Is. 5.1. P. 321–328.
16. ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов». М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2019. 215 с.
17. Pradella A., Rocha L.E., Gouvea da Costa S. et al. Energy Efficiency in the Food Industry: A Systematic Literature Review // Brazilian Archives of Biology and Technology. 2019. Vol. 62. e19190002. doi: 10.1590/1678-4324-smart-2019190002
18. Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов: постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1430.