ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

DOI: 10.26794/2220-6469-2020-14-2-63-72
УДК 339.976.2(045)
JEL Q56

Циркулярная экономика и ее индикаторы для России*

С.Н. Бобылев^а, С.В. Соловьева^б

^{а, б} МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

^а <https://oircid.org/0000-0001-5269-9026>; ^б <https://oircid.org/0000-0002-2471-8434>

АННОТАЦИЯ

Сегодня в мире форсированно развивается теория циркулярной экономики и ее формирование в реальной экономической системе. Многие международные организации (ОЭСР, ЕС) и страны уже имеют свои программы развития такой экономики. В статье подчеркивается, что важное значение для трансформации сложившейся линейной модели экономики во многих странах, в том числе и в России, имеет реализация на практике концепции наилучших доступных технологий. В работе проанализированы и адаптированы для России Цели устойчивого развития ООН, непосредственно связанные с циркулярной экономикой, предложены и квантифицированы ключевые индикаторы. В области количественных показателей выделены четыре направления для разработки набора ключевых индикаторов для циркулярной экономики в России. Предложена авторская формула структуризации объемов потребления природных ресурсов с учетом технологической эффективности и отходов. Подчеркнута важность использования предложенного инструментария природно-продуктовых вертикалей, объединяющих первичные природные ресурсы/сырье с конечным потреблением и позволяющих оценить размеры теряемых первичных природных ресурсов. Анализируются показатели обращения с отходами в комплексе с системами производства и потребления. Для циркулярной экономики принципиально важно рассчитывать индикаторы ресурсоемкости и материалоемкости различных отраслей и их веса в валовом продукте, что позволит оценивать влияние потенциальных структурных сдвигов на генерацию отходов и проводить сравнительный анализ с соответствующими показателями других стран.

Ключевые слова: циркулярная экономика; индикаторы; цели устойчивого развития; отходы; замкнутые циклы; наилучшие доступные технологии; материалоемкость

Для цитирования: Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Циркулярная экономика и ее индикаторы для России. *Мир новой экономики*. 2020;14(2):63-72. DOI: 10.26794/2220-6469-2020-14-2-63-72

ORIGINAL PAPER

Circular Economy and its Indicators for Russia**

S.N. Bobylev^а, S.V. Solovyeva^б

^{а, б} Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

^а <https://oircid.org/0000-0001-5269-9026>; ^б <https://oircid.org/0000-0002-2471-8434>

ABSTRACT

In the world, the theory of the circular economy and its formation in the real economic system is rapidly developing. Many international organizations (OECD, EU) and countries already have their programs for developing such an economy. The article emphasizes that the practical implementation of the concept of "best available technologies" is vital for the transformation of the current linear model of the economy in many countries, including Russia. In Russia, there are many obstacles to the formation of a circular economy; the inertia of the existing export-raw material model is excellent, which is unsustainable and linear. A dangerous trend is the growth of waste intensity at the macro level. The article analyzes and adapts for Russia the UN Sustainable Development Goals directly related to the circular economy, proposes

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00981.

** The study was carried out with the financial support of the Russian Federal Property Fund in the framework of the scientific project No. 20-010-00981.

and quantifies key indicators. In the field of quantitative indicators, four areas have been identified for the development of crucial indicators set for the circular economy in Russia. An author's formula for structuring the consumption of natural resources taking into account technological efficiency and waste is proposed. The importance of using the proposed toolkit of natural-product verticals combining primary natural resources / raw materials with final consumption and allowing us to estimate the size of the lost primary natural resources is emphasized. The indicators of waste management, in combination with production and consumption systems, are analyzed. For a circular economy, it is fundamentally important to calculate the resource and material intensity indicators of various sectors and their weight in the gross product, which will allow to assess the impact of potential structural changes on waste generation and conduct a comparative analysis with the corresponding indicators of other countries.

Keywords: circular economy; indicators; Sustainable Development Goals; waste; closed cycles; best available technologies; material intensity

For citation: Bobylev S.N., Solovyeva S.V. Circular economy and its indicators for Russia. *Mir novoi ekonomiki = The World of the New Economy*. 2020;14(2):63-72. DOI: 10.26794/2220-6469-2020-14-2-63-72

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время термин «циркулярная экономика» (circular economy) (иногда используются термины «экономика замкнутого цикла» и «циклическая экономика») становится все более популярным в теории, а принципы формирования такой экономики успешно внедряются в практику во многих странах. Ее рост часто связывается с концепцией устойчивого развития, которая стала парадигмой развития человечества в XXI в. [1]. Циркулярный тип экономики обычно противопоставляется традиционной «линейной» (linear) или открытой экономике с ее огромным негативным воздействием на окружающую среду, большими отходами, загрязнениями и потерями. С точки зрения сути новой модели экономики более адекватным является ее определение как «экономика замкнутого цикла», однако в научной литературе термин «циркулярная экономика» стал преобладать. В теоретическом плане циркулярную экономику в определенной степени можно считать следующим этапом и обобщающим типом экономики для широко используемых ранее в мире понятий безотходной и малоотходной экономики (технологий). В научный оборот термин «циркулярная экономика» ввели Д. Пирс и Р. Турнер в 1990 г. [2]. Среди последних исследований можно отметить работы Д. Д'Амато [3], Д. Кирчхера [4], Д. Корхонена [5]. С точки зрения сочетания теоретических и прикладных для бизнеса аспектов циркулярной экономики стоит выделить несколько специальных докладов Фонда Эллен МакАртур и Центра МакКинси для бизнеса и окружающей среды (http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf).

В настоящее время циркулярная экономика уже прошла стадию теоретического обоснования и стала частью современной экономической системы.

Многие страны имеют свои подходы к развитию такой экономики, особенно в этом отношении продвинулись ОЭСР, Европейский союз. Наиболее последовательно концепция циркулярной экономики реализуется в Европе в специальном Плане действий Европейского союза для циркулярной экономики (2015 г.) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>).

На уровне отдельных стран программы и дорожные карты формирования циркулярной экономики также получили значительное развитие, иногда под другими названиями. Цели циркулярной экономики отражены в США в Стратегическом плане программы по устойчивому управлению материалами (Sustainable Materials Management Program Strategic Plan). Во Франции понятие циркулярной экономики получило свое отражение в национальном законе «Об энергетическом переходе для зеленого роста» и в национальной стратегии по устойчивому развитию. Правительство Италии сформулировало стратегические приоритеты для этой модели. В Финляндии формирование циркулярной экономики заявлено как цель экономического развития. В Китае программа развития циркулярной экономики была принята в 2013 г.

Существенны выгоды и эффекты от развития циркулярной экономики. Приблизительные оценки мирового рынка товаров, произведенных из вторичных ресурсов, составляют около 100 млрд евро, основной вклад в этот рынок вносят экономики США, ЕС и Китая (<https://doi.org/10.1787/g2g9dd62-en>).

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Европейский инвестиционный банк выделил три основных причины необходимости перехода к циркулярной экономике [9]:

1. Ресурсные ограничения. Глобальный спрос на ресурсы очень быстро растет, что приводит к постоянно растущему дефициту критически важного сырья и воды.

2. Технологическое развитие. Внедрение новых технологий позволяет разрабатывать и внедрять новые бизнес-модели циркулярной экономики. Без разработки новых технологий и инновационных подходов рециркуляция, замена и повторное использование ресурсов, применение новых ИТ-технологий будут невозможны.

3. Социально-экономическое развитие. Циркулярные модели играют очень важную роль в контексте растущей урбанизации. Городские территории могут легко разрабатывать, внедрять и поддерживать системы, которые могут собирать и возвращать различные товары, материалы и другие ресурсы, что будет экономически эффективным.

Можно добавить еще одну четвертую причину — экологическую. Например, неутрализованные отходы производства и потребления занимают значительные территории, их распыление и размывание приводит к загрязнению окружающей среды, причиняет ущерб здоровью населения, сельскому хозяйству, почве, водным ресурсам и т.д. То есть нужно учитывать значительные отрицательные экстерналии, приводящие к огромным экологическим ущербам, проявляющимся, в том числе, в социально-экономической сфере. Циркулярная экономика должна интернализировать такие экстерналии, минимизировать все виды ущербов [6].

Потенциальные ресурсные ограничения в будущем за счет резкого роста потребностей, в том числе роста глобальной экономики, хорошо показаны в прогнозах ОЭСР (<https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf>). За последние десятилетия в мире спрос на ресурсы резко увеличился за счет быстрой индустриализации стран с трансформирующейся экономикой и роста потребностей населения развитых стран. Потребление различных материалов увеличилось более чем вдвое с 1980 г. В будущем рост потребления будет поддерживаться за счет значительного прироста населения планеты — с 7 млрд чел. в настоящее время до примерно 10 млрд чел. в 2060 г., при большом росте доходов и, соответственно, спроса. По оценкам ОЭСР, при сохранении сложившихся тенденций глобальное использование материальных ресурсов возрастет с 79 млрд т в 2011 г. до 167 млрд т к 2060 г. (<https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf>).

Ожидается, что наиболее существенно вырастет спрос на металлы — с 8 до 20 млрд т к 2060 г., т.е. в 2,5 раза.

Цель развития циркулярной экономики — создание замкнутых технологических циклов с полным использованием поступающего сырья, не вырабатывающих отходов, выходящих за их рамки. Это попытка с помощью экологически совместимых технологий воспроизвести природные циклы, сформировать аналоги экосистем, так как биосфера является закрытой системой, где все элементы взаимосвязаны и обуславливают друг друга, и нет отходов. Современная техногенная экономика является линейной и открытой системой, где получение относительно небольшого конечного продукта требует огромных затрат ресурсов и сопровождается большими отходами.

Решающее значение для технологической трансформации сложившейся модели экономики имеет научно-технический прогресс. Только на основе его достижений можно обеспечить переход от традиционных «линейных» ресурсоемких технологий к ресурсосберегающим замкнутым и безотходным технологиям. С точки зрения экономики первичного природного сырья и сокращения отходов можно предложить следующую формулу в контексте уровня технологий:

$$Na = Nr + Ns + Nw, \quad (1)$$

где Na — общее потребление природных ресурсов (ресурса);

Nr — рациональное потребление природных ресурсов (ресурса) в рамках циркулярной экономики;

Ns — «структурное» потребление (отходы, избыточное потребление, перепотребление) природных ресурсов (ресурса) в процессах производства;

Nw — отходы на стадии потребления, которые аккумулируют природные ресурсы (ресурс).

В качестве примера можно привести лесные ресурсы, эффективность использования которых низка в результате больших отходов в процессах их заготовки и переработки [потери при вырубке и транспортировке, низкий выход древесины из первичного древесного сырья и т.д. — Ns в формуле (1)] и больших потерь на стадии потребления [неутилизируемые бумага, картон, упаковочные материалы, выброшенная мебель и т.д. — Ns в формуле (1)]. Очевидно, что все упомянутые лесные потери можно рециркулировать в рамках формирования циркулярной экономики.

В широкой трактовке циркулярной экономики как экономики, минимизирующей отходы и потери, авторы предлагают использовать инструментарий природно-продуктовых вертикалей (цепочек), объединяющих первичные природные ресурсы/сырье с конечным потреблением. Например, по оценкам ФАО, современные потери продовольствия в мире достигают 30%. Это означает, что эквивалентная часть земельных и водных ресурсов использована нерационально и фактически потеряна с позиций конечных результатов, их эксплуатация была неэффективной и экологически деструктивной. Рациональные потребности в вырубке лесов гораздо меньше при полной переработке леса и утилизации, возвращении в оборот продукции, произведенной на основе лесного сырья.

Технологическое реформирование традиционной экономики за счет «замыкания циклов» и вертикалей преобразования природного вещества может позволить сэкономить огромные объемы первичных природных ресурсов и радикально уменьшить загрязнение окружающей среды. Развитие циркулярной экономики тесно связано, на наш взгляд, с широко используемой в мире, как в теории, так и на практике, концепцией «наилучшей доступной технологии» [НДТ, Best Available Techniques (BAT)]. НДТ позволяет добиваться высокой ресурсной и экологической эффективности производства при приемлемом уровне затрат на внедрение. Так, в Европейском союзе, США власти задают такие стандарты путем выбора наиболее совершенной технологии, которая коммерчески приемлема, легко контролируется и имеет разумную цену. В России концепция НДТ была законодательно принята в 2014 г. и с 1 января 2019 г. началась ее реализация в масштабах всей экономики.

Циркулярную экономику также характеризуют как систему регенерации, в которой затраты (вход, поступление) ресурсов, а также материальные отходы, выбросы загрязняющих веществ и потери энергии сводятся к минимуму за счет замедления, замыкания и «сужения» материальных и энергетических петель. Это может быть достигнуто благодаря долгосрочному проектированию продукции, обслуживанию, ремонту, повторному использованию, восстановлению и закрытым петлям рециркуляции. Для такого системного подхода целесообразно использовать подход «жизненного цикла продукции» [7].

Важным принципом циркулярной экономики является эффект декарпинга, при котором происходит рассогласование трендов потребления природных ресурсов, сырья и образования различного рода

отходов и загрязнений — с одной стороны, и производства конечной продукции и услуг — с другой.

РОССИЯ И ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА

В России сложившаяся модель экспортно-сырьевой экономики является неустойчивой и линейной, с высокой волатильностью многих экономических показателей, что ярко показал мировой кризис начала 2020 г. Одной из острейших проблем формирования циркулярной экономики в России является лавинообразный рост отходов производства и потребления, вызываемые этим ростом социальные и экологические проблемы [8]. В настоящее время количество отходов производства и потребления в России быстро растет, опережая по темпам роста производство и потребление природных ресурсов, различные виды загрязнения окружающей среды. Только за 2010–2018 гг. их количество увеличилось в 1,6 раза и составило около 7,3 млрд т в 2018 г. (рис. 1). Показатель утилизации и обезвреживания отходов невысок. С точки зрения циркулярной экономики представляется опасной тенденция роста интенсивности образования отходов на макроуровне по отношению к ВВП (индикатор отходоемкости) (рис. 1). С 2010 г. удельный показатель общего образования отходов в расчете на единицу ВВП вырос примерно на 20%, т.е. наблюдается тенденция «антидекарпинга» на макроуровне, когда тренды потребления природных ресурсов и производства загрязнений опережают ВВП. Эта тенденция свойственна линейной экономике, она препятствует формированию циркулярности экономических процессов.

В последние годы Россией делаются попытки на направлениях, поддерживающих формирование циркулярной экономики. Здесь следует, прежде всего, выделить законодательство и деятельность в области модернизации и экологизации российской промышленности, внедрения наилучших доступных технологий и целый блок правовых актов в сфере обращения с отходами. Это Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ и ГОСТ 30772–2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения». Приоритеты государственной политики в области обращения с отходами формулирует Федеральный закон № 89-ФЗ (максимальное использование исходных сырья и материалов; предотвращение образования и сокращение образования отходов, обработка, утилизация и обезвреживание отходов). Распоряжением Правительства Российской Федерации от

Рис. 1 / Fig. 1. Динамика образования, утилизации и обезвреживания отходов производства и потребления и динамика ВВП (2010–2018 гг.) / The dynamics of generation, use, and disposal of waste, consumption and GDP dynamics (2010–2018)

Источник / Source: составлено и рассчитано по данным Росстата / Compiled and calculated according to Rosstat.

25.01.2018 утвержден отраслевой стратегический документ в области обращения с отходами — «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года». Основные цели Стратегии — формирование и перспективное развитие отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, обеспечивающей максимальное вовлечение отходов в производство и планомерную минимизацию количества отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации.

ИЗМЕРЕНИЕ И ИНДИКАТОРЫ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Для формирования циркулярной экономики, определения ее целей и мониторинга необходимо иметь адекватные индикаторы и методики их измерения. В связи с этим разработка Целей устойчивого развития ООН (ЦУР) (Sustainable Development Goals), задач и индикаторов целесообразна с позиций перехода к новой модели экономики в России (<http://unstats.un.org>). ЦУР для всех стран до 2030 г. были приняты на конференции ООН в 2015 г. в рамках «Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». В настоящее время стоит задача адаптации ЦУР ООН в российском

контексте, встраивания в систему стратегического планирования, в действующие и новые стратегии и государственные программы, квантификация соответствующих индикаторов [9].

Российские аспекты разработки, адаптации и использования ЦУР на национальном и региональном уровнях были проанализированы в Докладе о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016–2018 гг. под редакцией одного из авторов, С.Н. Бобылева, и эгидой Аналитического центра при Правительстве РФ [10]. В настоящее время Росстатом проводится большая координационная межведомственная работа по адаптации ЦУР к российской статистике. Ведомством создана специальная платформа для ЦУР. Значительная часть глобальных индикаторов получила свою интерпретацию.

Рассмотрим возможности отражения задач циркулярной экономики в Целях устойчивого развития, проанализируем адекватные индикаторы для России. На наш взгляд, в наибольшей мере отвечают развитию циркулярной экономики в России Цели № 6 «Чистая вода и санитария», № 7 «Доступная и чистая энергия», № 8 «Экономика», № 12 «Модели потребления и производства», включенные в «Повестку 2030». Цели, задачи, индикаторы, адаптированные к российской системе статистического

наблюдения, а также источник информации, уровень агрегирования и орган государственного управления, ответственный за информацию, сведены в *табл. 1*.

Важным вопросом является выбор ключевых индикаторов, которые показывают, в каком направлении происходит развитие экономики. В мировой научной литературе и практике статистического наблюдения предлагаются различные индексы и индикаторы. ООН в рамках ЦУР разрабатывает статистическое обеспечение индикаторов устойчивого развития. Всемирный Банк в ежегодных публикациях «Индикаторы мирового развития» и «Краткий зеленый справочник» («World Development Indicators», «Little Green Data Book») представляет эколого-экономические индикаторы, включая индекс скорректированных чистых накоплений (истинных сбережений) (Adjusted net savings) [19]. Индекс экологической устойчивости Environmental sustainability index (ESI) и Environmental performance indicator (EPI) рассчитывается университетами Yale и Columbia (<https://epi.envirocenter.yale.edu/epi-report-2018>). Следует отметить имплементацию индикаторов «зеленого роста» (Green Growth Indicators), которая проводится в рамках ОЭСР (OECD) (<https://doi.org/10.1787/9789264268586-en>; <http://www.oecd.org/greengrowth/green-growth-indicators-2017-9789264268586-en.htm>). Мониторинг циркулярной экономики Еврокомиссией осуществляется по 10 индикаторам, которые разделены на 4 тематических раздела (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>):

- Производство и потребление.
- Управление отходами.
- Вторичное использование материалов.
- Конкуренность и инновации.

Производство и потребление характеризуют 4 индикатора: обеспеченность ЕС сырьем и материалами для производства; «зеленые госзакупки»; образование отходов; отходы продовольствия. Образование отходов складывается из 3-х показателей: образование муниципальных отходов на душу населения, образование отходов, исключая минеральные отходы на единицу ВВП, образование отходов, исключая минеральные отходы на единицу потребления материалов.

Управление отходами характеризуют 2 индикатора: доля вторичного использования отходов, включая муниципальные отходы и суммарные отходы; доля вторичного использования отдельных видов отходов, включая пластиковую упаковку, деревянную упаковку, электронные и строительные отходы, биоотходы.

Вторичное использование материалов характеризуют 2 индикатора: доля вторичного использования материалов в общем потреблении материалов; торговля вторичными материалами, включая импорт, экспорт, внутреннюю торговлю.

Конкуренность и инновации характеризуют 2 индикатора: частные инвестиции, занятость, добавленная стоимость; число патентов в области вторичного использования материалов.

В условиях масштабных материальных потоков, характерных для российской экономики, представляется важным не ограничиваться показателями обращения отходов в отрыве от системы производства и потребления. Структура экономики во многом определяет конечный объем и структуру отходов, поэтому показатели ресурсоемкости различных отраслей и их веса в валовом продукте позволят оценивать влияние потенциальных структурных сдвигов на генерацию отходов и проводить сравнительный анализ с соответствующими показателями других стран. В связи с этим мы предлагаем рассматривать набор ключевых индикаторов для циркулярной экономики в России для следующих направлений:

- Образование и обращение отходов производства и потребления.
- Образование твердых бытовых отходов на душу населения, как индикатор эффективности потребления.
- Ресурсоэффективность экономики в целом, включая материалоемкость в абсолютном выражении и на единицу ВВП.
- Ресурсоэффективность отраслей экономики, включая материалоемкость по видам экономической деятельности, показатели использования вторичных ресурсов в отраслях экономики, потери ресурсов в процессе производства.

Российская система статистических показателей образования отходов и обращения с ними позволяет отразить основные потоки в целом, по видам экономической деятельности, по классам опасности, по территории. Вместе с тем важные показатели эффективности использования сырья и материалов, применяемые в мировой статистической практике, не находят сопоставимых измерений в системе статистического учета материалов в России. Индикатор материалоемкости отражает развитие производственных процессов с более высокой добавленной стоимостью, изменение структуры производства в сторону снижения удельного веса первичных секторов экономики и увеличения удельного веса сектора услуг, интенсивность потребления сырья и материалов.

Таблица 1 / Table 1

**Адаптированные задачи и индикаторы ЦУР для циркулярной экономики в России /
Adapted Targets and SDG Indicators for the Circular Economy in Russia**

	Цели устойчивого развития Классификация задач	Индикаторы адаптированные	Уровень, источник, ФОИВ	Значение индикатора 2017*
6	Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех			
6.4	К 2030 г. существенно повысить эффективность водопользования во всех секторах	Водоемкость ВВП м³/тыс. руб.	По РФ расчетный показатель Росводресурсы	0,75**
7	Обеспечение доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех			
7.2	К 2030 г. значительно увеличить долю энергии из возобновляемых источников в энергетическом балансе	Доля возобновляемых источников энергии в балансе энергоресурсов	По РФ и федеральным округам форма 23-Н Росстат	17,0
7.3	К 2030 г. удвоить глобальный показатель повышения энергоэффективности	Энергоемкость ВВП Тут / руб.	По РФ расчетный показатель Росстат	99,95
8	Содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех			
8.4	Повышать глобальную эффективность использования ресурсов в системах потребления и производства и стремиться к тому, чтобы экономический рост не сопровождался ухудшением состояния окружающей среды	Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в экономике страны Тут / чел.	По РФ, по видам экономической деятельности расчетный показатель Росстат	12,8
11	Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов			
11.6	К 2030 г. уменьшить негативное экологическое воздействие городов в пересчете на душу населения, в том числе посредством уделения особого внимания качеству воздуха и удалению городских и других отходов	Вывоз отходов с территории городских поселений тыс. м³	По субъектам РФ расчетный показатель Росприроднадзор	27877,2
12	Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства			
12.4	К 2020 г. добиться экологически рационального использования химических веществ и всех отходов на протяжении всего их жизненного цикла в соответствии с согласованными международными принципами и существенно сократить их попадание в воздух, воду и почву, чтобы свести к минимуму их негативное воздействие на здоровье людей и окружающую среду	Образование отходов производства и потребления, в том числе опасных млн т	По РФ расчетный показатель Росприроднадзор	6221 108
		Использование и обезвреживание отходов производства и потребления, %	По РФ расчетный показатель Росприроднадзор	52,5

* Источник / Source: Цели устойчивого развития в Российской Федерации. 2019: Крат. стат. сб. / Росстат. М., 2019 / Sustainable development goals in the Russian Federation. 2019. Rosstat. Moscow; 2019.

** Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. С. 143 / State Report «On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2017». Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia; NPP «Cadastre», 2018. P. 143.

Рис. 2 / Fig. 2. Эффективность использования материалов в странах G7, в странах БРИКС и в мире, ВВП долл./кг. потребления материалов / The effectiveness of the use of materials in the G7 countries, in the BRICS countries and in the world, GDP \$/kg. consumption of materials

Источник / Source: UNEP Resource Efficiency: Potential and Economic Implications. A report of the International Resource Panel. Ekins, P., Hughes, N., et al; 2017.

Представляет интерес динамика материалоемкости в России в сравнении с другими странами мира. Материалоемкость определена как потребление материалов в стране за год по отношению к произведенному валовому внутреннему продукту. Для сопоставимости во времени и для сравнения по странам ВВП выражен в постоянных ценах 2010 г. За последние 30–40 лет целый ряд стран значительно уменьшили материалоемкость за счет расширения доли сферы услуг и высокотехнологичных отраслей производства. За период 1970–2010 гг. страны группы G7 повысили материалотдачу вдвое: с 1,2 долл. ВВП / кг потребления материалов до 2,5 долл. ВВП / кг. За этот же период материалотдача в странах БРИКС также имела положительную динамику и возросла с 0,15 долл. ВВП / кг потребления материалов до 0,22 долл. ВВП / кг, хотя по абсолютной величине оставалась на порядок ниже. На глобальном уровне эффективность использования материалов оставалась неизменной за период 1970–2000 гг., а в последующие годы начала снижаться (рис. 2). Стагнация материалотдачи на глобальном уровне отражает межстрановые сдвиги в использовании сырья и материалов: успехи в отдельных странах перекрывались масштабным потреблением ресурсов в других странах.

В России наблюдается положительная тенденция снижения материалоемкости по потреблению материалов внутри страны. За период 2000–2017 гг. материалоемкость уменьшилась на 20%. Аналогичное

снижение материалоемкости произошло в Канаде, которая, как и Россия, остается экспортером сырья и имеет схожие климатические условия. В Китае снижение материалоемкости составило 34% за этот период. Однако по абсолютным значениям китайская материалоемкость в 2,5 раза выше российского уровня, так как «мастерская мира» потребляет больше сырья и материалов на единицу произведенной продукции. Показатель материалоемкости в стоимостном выражении зависит не только от технической эффективности, от физического потребления материальных ресурсов, но и от стоимости труда, уровня жизни, курса валют. Поэтому можно говорить о значительно более низкой материалоемкости российской экономики по сравнению с китайской. Материалоемкость российской экономики превышает средние значения материалоемкости по миру в целом, которая находилась на одном уровне, 1,07–1,1 кг / долл. за рассматриваемый период времени (табл. 2).

* * *

В России имеется много препятствий для формирования циркулярной экономики, велика инерция сложившейся модели экспортно-сырьевой экономики, которая очевидно является неустойчивой и линейной. Одна из острейших проблем формирования циркулярной экономики в России — лавинообразный рост отходов производства и потребления, вызываемые этим ростом социальные и экологические

Таблица 2 / Table 2

**Материалоемкость по странам мира (кг потребления материалов /
ВВП долл. в сопоставимых ценах 2010) / Material consumption by countries
of the world (kg of material consumption/GDP in USD at comparable prices in 2010)**

	2000	2005	2010	2015	2016	2017
Россия	1,74	1,45	1,22	1,37	1,39	1,39
Канада	0,74	0,64	0,60	0,58	0,57	0,56
Китай	5,27	4,76	4,28	3,64	3,55	3,46
Мир в целом	1,07	1,09	1,15	1,11	1,12	1,11

Источник / Source: составлено авторами по: United Nation online-database/Author's compilation based on United Nation online-database.

проблемы. Опасной представляется тенденция роста интенсивности образования отходов на макроуровне. Среди позитивных тенденций, поддерживающих формирование циркулярной экономики, следует выделить законодательство и деятельность в области модернизации и экологизации российской промышленности, внедрение наилучших доступных технологий и целый блок правовых актов в сфере обращения с отходами.

Для измерения динамики и мониторинга процесса формирования циркулярной экономики необходимо иметь адекватную систему квантифицированных индикаторов. В этой области возможным подходом является разработка набора ключевых

индикаторов для циркулярной экономики в России по четырем направлениям. Также позитивное значение для страны может иметь адаптация ЦУР ООН, особенно непосредственно связанных с такой экономикой. Важно анализировать показатели обращения с отходами в комплексе с системами производства и потребления. Для новой модели экономики принципиально важно рассчитывать индикаторы ресурсоемкости и материалоемкости различных отраслей и их веса в валовом продукте, что позволит оценивать влияние потенциальных структурных сдвигов на генерацию отходов и проводить сравнительный анализ с соответствующими показателями других стран.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие: парадигма для будущего. *Мировая экономика и международные отношения*. 2017;61(3):107–113.
2. Pearce D. W., Turner R.K. Economics of natural resources and the environment. Johns Hopkins University Press; 1990.
3. D'Amato D., Korhonen J., Toppinen A. Circular, Green, and Bio Economy: How Do Companies in Land-Use Intensive Sectors Align with Sustainability Concepts? *Ecological economics*. 2019;(158):116–133.
4. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017;(127):221–232.
5. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*. 2018;(143):37–46.
6. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Ветрова М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2017;33(2):244–268.
7. Кудрявцева О.В., Митенкова Е.Н., Солодова М.А. Циркулярная экономика как инструмент устойчивого развития России. *Экономическое возрождение России*. 2019;(3):115–126.
8. Ховавко И.Ю. Экономический анализ экологических конфликтов в Российской Федерации. *Общество и экономика*. 2016;(8):68–85.
9. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Новые цели для новой экономики. *Мир новой экономики*. 2016;(1):6–15.
10. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации. Цели устойчивого развития ООН и Россия. С.Н. Бобылев и Л.М. Григорьев, ред. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации; 2016.

REFERENCES

1. Bobylev S.N. Sustainable development: a paradigm for the future. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* = *World economy and international relations*. 2017;61(3):107–113. (In Russ.).
2. Pearce D.W., Turner R.K. Economics of natural resources and the environment. Johns Hopkins University Press; 1990.
3. D'Amato D., Korhonen J., Toppinen, A. Circular, Green, and Bio Economy: How Do Companies in Land-Use Intensive Sectors Align with Sustainability Concepts? *Ecological economics*. 2019;158:116–133. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.12.026
4. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*. 2017;127:221–232. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005
5. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*. 2018;143:37–46. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041
6. Pakhomova N.V., Richter K.K., Vetrova M.A. Transition to a circular economy and closed supply chains as a factor in sustainable development. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* = *Bulletin of St. Petersburg University. Economics*. 2017;33(2):244–268. (In Russ.).
7. Kudryavtseva O.V., Mitenkova E.N., Solodova M.A. The circular economy as a tool for sustainable development of Russia. *Ekonomicheskoe vrozozhdenie Rossii* = *The economic revival of Russia*. 2019;(3):115–126. (In Russ.).
8. Khovavko I. Yu. Economic analysis of environmental conflicts in the Russian Federation. *Obshchestvo i ekonomika* = *Society and Economics*. 2016;8:68–85. (In Russ.).
9. Bobylev S.N., Solovieva S.V. New goals for the new economy. *Mir novoi ekonomiki* = *World of the New Economy*. 2016;1:6–15. (In Russ.).
10. Report on human development in the Russian Federation. Sustainable Development Goals of the United Nations and Russia. S.N. Bobylev, L.M. Grigoriev, eds. Moscow: Analytical Center under the Government of the Russian Federation; 2016. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Николаевич Бобылев — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова; руководитель Центра биоэкономики и эко-инноваций экономического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
snbobylev@yandex.ru

Софья Валентиновна Соловьева — кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник экономического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова
Москва, Россия
solovyevasv@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Sergey N. Bobylev — Dr. Sci. (Econ.), Honored Scientist, Head of Department at the Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Professor and Head of the Centre for Bioeconomics and Eco-Innovation, Faculty of Economics, Lomonosov MSU, Moscow, Russia
snbobylev@yandex.ru

Sofya V. Solovyeva — Cand. Sci. (Econ.), Leading Researcher, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
solovyevasv@gmail.com

Статья поступила 20.03.2020; принята к публикации 15.04.2020.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article received on 20.03.2020; accepted for publication on 15.04.2020.

The authors read and approved the final version of the manuscript.