

- WRF (Water Reuse Facility) – проект повторного использования сточных вод в рамках доочистки в г. Кловис, штат Калифорния
- WWEPA (Water and Wastewater Equipment Manufacturers Association) – Ассоциация производителей оборудования для систем водоснабжения и канализации
- WWPF (Waste Water Production Flow) – производительность установки для очистки сточных вод
- WWTF (Waste Water Treatment Facility) – установка для очистки сточных вод
- WWTP (Waste Water Treatment Plant) – станция водоочистки (очистные сооружения)

Эк 63  
БП 2  
18-22  
11/14  
18.11  
Рис.

УДК 502/504.3

**СОЦИАЛЬНЫЕ, ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАЖНЕЙШИХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЕС В РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ**  
**1 | АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

К.т.н. И. И. Потанов, к.т.н. А.Г. Юдин  
Российский институт научной и технической информации РАН,  
ipotarov37@mail.ru

*Под циркулярной экономикой специалистами понимается экономика, которой свойствен восстновительный и замкнутый характер<sup>1</sup>. Для нее характерна минимизация потребления первичного сырья и объема перерабатываемых ресурсов, которая сопровождается снижением количества отходов, направляемых на захоронение, при одновременном сокращении площади, занимаемых соответствующими полигонами и неорганизованными свалками.*

Доминирующая до настоящего времени во многих странах линейная модель экономики, базирующаяся на принципе "take, make, waste" (взять ресурс – изготовить продукцию – произвести отходы), была основой социально-экономического развития со времен промышленной революции. Однако нарастающий дефицит сырьевых и энергетических ресурсов, волатильность цен на товарных рынках, усиливающаяся загрязнение окружающей среды, включая массовые выбросы парниковых газов, повышение температуры и загрязнение различными отходами морских акваторий, угрожающие необратимыми климатическими изменениями, рост площадей, занимаемых полигонами производственных и бытовых отходов, так же как и неорганизованных свалок, приводящий к длительному выведению из хозяйственного оборота ценных в хозяйственном отношении территорий, и т.п. подтолкнули бизнес, политиков, научное сообщество, простых граждан к переосмыслению традиционной модели экономики. Ныне все большее внимание привлекается к концепции циркулярной экономики, в основе которой лежит цепочка "take, make, reuse" (взять ресурс – изготовить продукцию – повторно использовать).

В литературе выделяются три ключевые особенности, присущие циркулярной экономике: во-первых, усиленный контроль за запасами природных ресурсов и соблюдением устойчивого баланса возобновляемых ресурсов для сохранения и поддержания на необходимом уровне природного капитала; во-вторых, оптимизация процессов потребления путем разработки и распространения продукции, комплектующих и материалов, отвечающих самому высокому уровню их повтор-

<sup>1</sup> Ellen MacArthur Foundation, 2013. Towards the circular economy, Ellen MacArthur Foundation: UK 2013 URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-circular-economy-vol.1.pdf>

ного использования; в-третьих, выявление и предотвращение негативных внешних эффектов текущей производственной деятельности с целью повышения эффективности экономической и экологической систем.<sup>2</sup> В результате при поэтапном переходе к циркулярной экономике базовый принцип линейной модели "take, make, waste" трансформируется в принцип "take, make, reuse", что поднимает на новый уровень экономическую эффективность, одновременно предотвращая омертвление значительных объемов ресурсов при захоронении на полигонах отходов, а также отслужившей продукции. Циркулярная экономика тем самым, по сути, обеспечивает поэтапное воспроизведение лежащих в самой природе принципов ресурсной эффективности и безотходности, возвращая человека на новом технологическом витке к повсеместному воспроизведению в производственных и потребительских циклах используемых в экосистемах принципов. Все это в полной мере корреспондирует с таким ключевым направлением Четвертой промышленной революции, как формирование "природоподобных" технико-технологических систем.<sup>3</sup>

Теоретическая основа реализуемой сегодня на практике модели циркулярной экономики была представлена фондом Ellen MacArthur. Как вытекает из этой модели, циркулярная экономика может развиваться на основе разнообразных подходов в промышленности и сельском хозяйстве с учетом создания замкнутых цепей поставок. В ее рамках применяются к промышленности, на которой сосредоточено основное внимание авторов настоящей статьи, последовательно интерируются следующие процессы: разработка месторождений полезных ископаемых, заготовка и переработка природного сырья, производство комплектов, потребление, а также сбор отслуживших изделий и выполнение последующих восстановительных операций (рис. 1). В промышленности в соответствии с этой моделью замкнутые цепи поставок формируются на базе следующих основных подходов: 1) техническое обслуживание (maintain) — эффективный способ сохранения или восстановления продукции до желаемого уровня производительности с целью ее защиты от дальнейшего повреждения и продления жизненного цикла, который включает в себя диагностику и ремонт;<sup>4</sup> 2) повторное использование продукции (reuse of goods) — продукт используется повторно для первоначальных или новых целей в исходном виде либо с некоторыми изменениями и улучшениями;<sup>5</sup> 3) восстановительный ремонт продукции и/или восстановление компонентов (refurbishment, remanufacturing) отслужившей продукции, а именно: • восстановительный ремонт продукции — процесс восстановления товара для приведения его в рабочее состояние путем замены или ремонта основных узлов, которые вышли из строя, а также косметическая реставрация для обновления внешнего вида изделия;

• восстановление компонентов — процесс разборки и восстановления продукта на уровне его компонентов (при этом подлежащие восстановлению детали извлекаются из бывшего в использовании продукта, проходят чистку, ремонт и восстанавливаются в новый продукт, при этом готовый продукт позиционируется "как новый")<sup>6</sup>;

• переработка отходов и отслужившей продукции/рециклинг (recycling) — логические операции восстановления, с помощью которых отходы и отслужившая продукция перерабатываются в материалы, ресурсы, вещества для первоначальных или иных целей; основные виды переработки:

— улучшенная переработка (upcycling) — преобразование материалов и отходов в новые материалы более высокого качества;

— функциональная переработка (functional recycling) — восстановление материалов для первоначальной цели или других целей, за исключением получения энергии;

— ухудшенная переработка (downcycling) — преобразование материалов и отходов в новые материалы более низкого качества.<sup>7</sup>

Основу циркулярной экономики образуют замкнутые цепи поставок, под которыми понимаются цепочки поставок, обеспечивающие максимизацию добавленной стоимости в течение всего жизненного цикла продукта с динамическим восстановлением в рамках относительно длительных временных интервалов ценностей различных типов и объемов.<sup>8</sup> В идеале формирование замкнутых цепей поставок должно приводить к соблюдению принципа нулевых отходов, а распространение подобных цепочек на значительную часть отраслей, в свою очередь, приближает человечество к формированию циркулярной экономики в целом. Важно учитывать, что циркулярная экономика не ограничивается только решением задачи переработки отходов в конце жизненного цикла продукции; она дает толчок для технологических, организационных и социальных инноваций по всей цепи создания стоимости, начиная с экологического дизайна продукции и предотвращения образования отходов.<sup>9</sup> Таким образом, для повышения эффективности бизнес-модели, характеризирующейся не только высокими конечными результатами, но и низкими материальными, энергетическими и экологическими затратами<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> Gray, Chatter, 2007. Remanufacturing and product design// International Journal of Product Development, 2008, Vol. 6, N3/4, p. 375-392.

<sup>7</sup> Braungart, McDonough, 2010. Stadle to stadle: Remaking the way we make thing. North Point Press, 2010, 208 p.

<sup>8</sup> Guide J., Wassenhove L. The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. Operations research, 2009, vol. 57, pp. 10-18.

<sup>9</sup> Ellen MacArthur Foundation. Deigning the Circular Economy a Toolkit for Policymakers. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2015. Available at: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_PolicyMakerToolkit.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_PolicyMakerToolkit.pdf) (accessed: 21.02.2017).

<sup>10</sup> Ghisellini F., Zucaro A., Vignia S., Uggiani S. Monitoring and evaluating the sustainability of Italian agricultural system. An emergy decomposition analysis. Ecological Modelling, 2014, vol. 271, pp. 132-148

<sup>2</sup> Ellen MacArthur Foundation, 5-2-2017. lidd 245 07.06.2017 11:12:12 246 Вестник СПбГУ. Экономика. 2017. Т. 33. Вып. 2. 2015

<sup>3</sup> Кобяков А. Вызовы XXI века: как меняет мир четвертая промышленная революция. URL: <http://www.gbc.ru/orbita/ekonomika/ekonomika/07.02.2017>.

<sup>4</sup> Aitkiman, Gardini, 2007. Evaluation of green maintenance initiatives in design and development of mechanical systems using an integrated approach// Journal of Cleaner Production. 2013. Vol. 51, p. 34-46.

<sup>5</sup> Amela et al., 2009. Initiative automotive component reuse in Malaysia// Journal of Cleaner Production. 209. Vol. 17, issue 17, p. 1572-1579.