

УДК 65.011.8

## О результатах международных проектов по внедрению принципов экономики замкнутого цикла в странах Балтийского региона

Канд. экон. наук **Павлова А.С.** nastya.s.pavlova@gmail.com

Канд. тех. наук **Сергиенко О.И.** oisergienko@yandex.ru

**Савоскула В.А.** violetta.savoskula@gmail.com

**Данилюк М.А.** maria-a-d@yandex.ru

**Павлов А.С.** pavlov-anton77@yandex.ru

Университет ИТМО

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*Как в странах Центральной Балтики (ЦБ), так и в России, необходимо развивать современное образование в области ресурсоэффективности и экономики замкнутого цикла, что является относительно новым и сложным вопросом. Подписание Парижского соглашения об изменении климата, усиление законодательной базы Европейского Союза и России в части реализации климатической политики, а также появление нового плана действий в области экономики замкнутого цикла в марте 2020 года обуславливают актуальность выбранной темы. Основная часть: В статье рассмотрены результаты двух международных проектов "CREA-RE" (Создание единых учебных материалов в области ресурсоэффективности) и "CREA-RE-RU" (Создание единых учебных материалов в области ресурсоэффективности в Швеции и России). Проекты были реализованы в период с 2018 по 2020 год совместно четырьмя университетами-партнерами стран Балтийского региона - Университетом Латвии в Риге, Университетом Евле, Швеция, ЛАБ Университетом прикладных наук, Финляндия и Университетом ИТМО, Россия. Основная цель проектов состояла в том, чтобы разработать учебные материалы для подготовки студентов бакалавриата и магистратуры, а также усилить сотрудничество между компаниями и высшими учебными заведениями в области ресурсной эффективности и экономики замкнутого цикла. Анализ результатов: цель проекта была достигнута благодаря: 1) разработке учебных материалов для использования в высших учебных заведениях; 2) осуществлению трансфера знаний между организациями и университетами посредством решения бизнес-кейсов, 3) созданию онлайн платформы для обмена учебными материалами. Мероприятия позволили создать единый подход к преподаванию и изучению темы ресурсоэффективности и экономики замкнутого цикла.*

*Ключевые слова:* экономика замкнутого цикла, ресурсоэффективность, энергоэффективность, университеты, учебные материалы, бизнес-кейсы, страны Балтийского региона.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-2-143-151

---

## On the results of international projects on the introduction of circular economy principles in the Baltic region

Ph.D. **Anastasia Pavlova** nastya.s.pavlova@gmail.com

Ph.D. **Olga Sergienko** oisergienko@yandex.ru

**Mariia Daniliuk** maria-a-d@yandex.ru

**Violetta Savoskula** violetta.savoskula@gmail.com

**Anton Pavlov** pavlov-anton77@yandex.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosova str., 9

*Both in the Central Baltic (CB) countries and Russia, there is a need to develop current education regarding resource efficiency and circular economy, which is a relatively new and complex issue. The signing of the Paris Agreement on Climate Change, strengthening the legislative framework of the European Union and Russia regarding the*

*implementation of climate policy, as well as the publication of a new Circular Economy Action Plan in March 2020 determine the relevance of the chosen topic. Main part: The aim of the paper is to present the results of the two parallel twinning international projects "CREA-RE" (Creating aligned studies in Resource Efficiency) and "CREA-RE-RU" (Creating aligned studies in Resource Efficiency in Sweden and Russia). The projects were implemented between 2018 and 2020 jointly by four partner universities of the Baltic region countries - the University of Latvia in Riga, Gävle University, Sweden, LAB University of Applied Sciences, Finland and ITMO University, Russia. The main goal of the projects was to develop educational materials for the preparation of undergraduate and graduate students, as well as to strengthen cooperation between companies and universities in the field of resource efficiency and closed-loop economies. Analyze of Results: The goal of the project was achieved thanks to: 1) the development of educational materials for use in higher educational institutions; 2) the transfer of knowledge between organizations and universities through the solution of business cases, 3) the creation of an online platform for the exchange of educational materials. The activities allowed to create a unified approach to teaching and studying the topics of resource efficiency and circular economy.*

**Keywords:** circular economy, resource efficiency, energy efficiency, universities, learning materials, business cases, countries of the Baltic Region.

## Введение

### Актуальность и проблема

Парижское соглашение о мерах по предотвращению климатических изменений [1] и Цели устойчивого развития ООН, принятые в 2015 году, призывают все страны и мировые сообщества к действиям по обеспечению защиты окружающей среды на нашей планете и повышению качества жизни людей. В частности, цель № 9 «Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям» ориентирует бизнес на модернизацию инфраструктуры и переоборудование промышленных предприятий, сделав их устойчивыми за счет повышения эффективности использования ресурсов и более широкого применения чистых и экологически безопасных технологий и промышленных процессов [2].

В марте 2020 года Европейская комиссия опубликовала новый План действий в области экономики замкнутого цикла для создания «более чистой» и конкурентоспособной Европы [3]. План включает ряд взаимосвязанных инициатив по подготовке прочной и последовательной продуктовой политики, которая будет способствовать трансформации модели потребления и переходу на безотходное производство. Документ охватывает ключевые цепочки поставок для производства электроники, транспорта, упаковочных материалов, пластика, текстиля, строительства зданий и сооружений, оказания услуг в сфере питания и водоснабжения. Акцент сделан на совершенствование политики в области обращения с отходами в цепочках поставок в целях предотвращения их образования и повышения уровня вторичного использования. Действия по снижению токсичных веществ в окружающей среде, по созданию рынка вторичных материалов, а также по регулированию экспорта отходов из стран Европейского Союза также признаются в качестве первоочередных задач для европейских стран.

В период с 2012 по 2018 г. количество рабочих мест, связанных с экономикой замкнутого цикла в ЕС, выросло на 5% и достигло около 4 млн. Дальнейший зеленый переход, как указано в Плате, потребует создания новых квалифицированных рабочих мест, и работники должны будут приобрести необходимые для этого навыки. В поддержку «циркулярной» экономике будет развиваться социальная экономика, взаимно усиливая подготовку кадров и решение социальных вопросов [3].

Для реализации всех вышеперечисленных задач, актуальность и значимость которых не вызывает сомнений и для России, необходимы высококвалифицированные кадры с высоким уровнем подготовки и глубоким пониманием принципов ресурсоэффективности и экономики замкнутого цикла. Создание современных образовательных программ требует использования принципиально новых педагогических подходов.

На сегодняшний день наблюдается стремительный переход «от массового образования к массовому обучению через смешанное, комбинированное обучение» с использованием цифровых технологий [4, 5]. Данная трансформация образовательного процесса получила название «Образование 4.0». Отличительная особенность нового подхода заключается в том, что в центре образовательного процесса находится учащийся, который самостоятельно выбирает траекторию обучения [6].

Современные тенденции развития образования были учтены при разработке учебных материалов по ресурсоэффективности и экономике замкнутого цикла в рамках международных проектов, реализованных в странах Балтийского региона.

**Основная часть****Создание гармонизированных учебных материалов в области ресурсоэффективности в рамках международных проектов CREA-RE и CREA-RE-RU**

В сентябре 2018 года стартовали два международных проекта "CREA-RE" (Создание единых учебных материалов в области ресурсоэффективности) и "CREA-RE-RU" (Создание единых учебных материалов в области ресурсоэффективности в Швеции и России) [7, 8]. Проекты финансировались в рамках программы Интеррег региона Балтийского моря Европейского Союза и Шведского Института, соответственно. Основная цель проектов заключалась в создании единого гармонизированного подхода к обучению в сфере ресурсосбережения и экономики замкнутого цикла. В проекте приняли участие четыре университета: Университет Латвии в Риге, Университет Евле, Швеция, ЛАБ Университет прикладных наук, Финляндия и Университет ИТМО, Россия.

Тематика учебных материалов была сформирована на основе опроса компаний четырех стран, проведенного в рамках международных проектов «ERREC 2.0: Экологическая ответственность и ресурсная эффективность» и «LARELICE-P: Исследование ресурсной эффективности, ведущей к циркулярной экономике» в 2017 – 2018 гг. Опрос дал возможность определить основные потребности бизнеса в уровне подготовки молодых специалистов в сфере ресурсоэффективности и экономики замкнутого цикла [9]. Анализ ответов респондентов показал, что компании заинтересованы, чтобы их сотрудники обладали не только базовыми знаниями в рассматриваемой сфере, но и могли дать экспертизу в частности применения экомаркировки, оценки жизненного цикла продукции, внедрения наилучших доступных технологий. Таким образом, было сформировано три направления курсов – базовые курсы, технические и экономические. Базовые знания предоставляют такие образовательные дисциплины, как «Введение в экономику замкнутого цикла», «Рациональное использование природных ресурсов», «Управление отходами». Технические вопросы освещены в курсах «Введение в экологический инжиниринг», «Процессы и аппараты очистки сточных вод». Компетенции в области управления ресурсоэффективностью можно развить с помощью курсов «Экодизайн и ресурсоэффективность: экомаркировка», «Анализ материальных потоков, многокритериальный анализ и промышленный симбиоз», «Оценка жизненного цикла», «Экологический менеджмент», «Бизнес модели экономики замкнутого цикла», а также «Финансовые инструменты для внедрения принципов экономики замкнутого цикла».

Для реализации целей по доступному образованию все курсы размещены на единой платформе [10]. Все студенты университетов-партнеров имеют онлайн доступ к учебным материалам и могут самостоятельно выбирать траекторию своего обучения.

Особую ценность данного проекта представляют бизнес-кейсы, которые были разработаны совместно преподавателями вузов и представителями компаний. Каждый семестр одна из стран принимала студентов из других стран-участников для решения конкретных бизнес задач по повышению ресурсоэффективности и внедрению принципов экономики замкнутого цикла. В результате, в течение двух лет 16 интернациональных студенческих команд предложили инновационные решения по совершенствованию процессов, технологий, управленческих подходов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В Латвии бизнес кейсы были разработаны совместно с такими компаниями, как пивоваренная компания «Valmiermuižas», энергетическая компания «FORTUM», компания по переработке отходов «ZAAO», группа компаний по переработке пластика «Eco Baltia grupa».

В Швеции бизнес задачи перед студентами ставили муниципальная организация, предоставляющая услуги по водоснабжению, водоотведению, а также утилизации отходов – «Uppsala Vatten», автомобильный завод «Pedal car factory» и энергетические компании «Gästrike Ekogas» и «Vattenfall».

В Финляндии студенты работали над проектами от компании текстильной промышленности «Lounais-Suomen Jätehuolto Oy», организаций по переработке управлению отходами «Kujala waste centre», «Purkupiha Group», а также компании-разработчика экологических приложений для смартфонов «Envirate» и анализировали в своих странах индустриальный симбиоз на примере известного в Финляндии экологического центра Pääjät-Hämeen jätehuolto Oy.

Завершающая сессия проходила в России в начале 2020 года, где свои бизнес-кейсы предложили ООО «Пивоваренная компания «Балтика», компания по производству бытовой химии «Unilever», Компания «TPV CIS» – производитель электроники и кондитерская компания «Буше».

В данной статье кратко рассмотрены наиболее интересные бизнес-кейсы и решения, предложенные студенческими командами.

***Бизнес-кейс № 1. Внедрение принципов экономики замкнутого цикла на примере латвийской пивоваренной компании Valmiermuižas***

Осенью 2018 года проект проходил в Университете Латвии. Один из бизнес-кейсов был разработан совместно с пивоваренной компанией Valmiermuižas по повышению эффективности использования энергетических ресурсов и внедрению принципов экономики замкнутого цикла. Перед рабочей группой были поставлены следующие задачи: выявление и анализ значимых экологических аспектов; разработка и предложение конкретных мероприятий по повышению энергоэффективности; разработка стратегии развития энергоэффективности компании.

В рамках проекта были изучены существующие методы и подходы к управлению энергоресурсами предприятия; проведен обзор методов управления инновациями для повышения энергоэффективности; предложено применение нового подхода - «инженерии перехода» (англ. Transition Engineering) к созданию энергоменеджмента для пивоваренной компании [11].

Инженерия перехода – это междисциплинарный подход, позволяющий применять научные принципы к проектированию, модернизации, преобразования и адаптации инженерных систем и производственных процессов для достижения целей устойчивого развития. Инженерия перехода представляет собой инновационный взгляд на трансформацию существующих систем с помощью моделирования триггерных событий [12, 13, 14, 15].

В ходе работы над проектом рабочая группа сформулировала образ энергоэффективной пивоваренной компании. Используя метод обратного прогнозирования, были разработаны три сценария развития энергоменеджмента: инерционный, стратегический и инновационный. Согласно мнению рабочей группы инновационный сценарий развития будет способствовать трансформации традиционного курса развития бизнеса, поможет эффективно управлять рисками нерационального использования ресурсов и снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Особый интерес представляет выполненная студентами эколого-экономическая оценка мероприятий в области энергоэффективности, а именно сопоставление экономических показателей (чистая приведенная прибыль, срок окупаемости инвестиционных затрат, индекс доходности) и эколого-экономических показателей (затраты на сокращение 1т выбросов парниковых газов) для обоснования эффективности мероприятий.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования и выводов руководством компании для формирования политики в области энергоэффективности.

***Бизнес-кейс № 2. Внедрение принципов экономики замкнутого цикла на примере шведской компании Uppsala Vatten***

Uppsala Vatten – муниципальная организация, предоставляющая услуги по водоснабжению, водоотведению, а также утилизации отходов. Компания насчитывает пятнадцать водопроводных станций, десять станций очистки сточных вод, семь центров переработки отходов, современный мусороперерабатывающий завод с полигоном и биогазовой установкой, которая производит топливо для автомобилей и автобусов.

Ежегодно Uppsala Vatten производит 17 миллионов кубометров питьевой воды для города с населением немногим более 200 000 чел. [16]. Четыре водонапорные башни обеспечивают стабильное снабжение водой жителей города. Протяженность трубопровода составляет 105 км. Водоподготовка и водоснабжение являются энергозатратными процессами. Согласно отчету Congressional Research Service самым энергоемким процессом в системе водоснабжения является работа насосов, которые обеспечивают подачу воды от станции к потребителю. Энергопотребление насосов составляет 80% от общего количества [17, 18].

В рамках проекта компания предложила бизнес-кейс по внедрению принципов экономики замкнутого цикла для повышения энергоэффективности станций водоснабжения.

Студенческой рабочей группой в рамках экономики замкнутого цикла и внедрения принципов «3R» (Reuse, Reorganize, Renew) были предложены следующие решения [19].

Принцип «Reuse». Система рециркуляции сточных вод или «серых вод», образующихся у потребителей, для снижения использования чистой водопроводной воды. Сохранение и повторное использование воды является шагом вперед в экономике замкнутого цикла водных систем. Чтобы уменьшить количество потребленной в домохозяйствах чистой воды, было предложено создать систему повторного использования «серой воды» у самих домовладельцев. Предлагалось отводить «серую воду», которая образуется в результате хозяйственно-бытового применения (от раковин, ванн, душевых, посудомоечных и стиральных машин) в специальные резервуары для «серой воды», которые могут размещаться в подвалах домов. Эту воду, после очистки, можно использовать для смывания туалетов, мойки автомобилей и других технических нужд. При внедрении данного проекта ежедневно можно экономить до 6000 м<sup>3</sup> чистой воды.

Основной сложностью для использования «серой воды» является необходимость приобретения дополнительного оборудования (емкости для сбора воды, насосы, трубы, арматура, фильтры) и его размещения в домохозяйствах.

Другим предложением рабочей группы было обезвоживание гидроксида кальция на этапе удаления из системы очистки воды. Гидроксид кальция потоком воды вымывается из системы, и вода после данного этапа сливается в дренаж. Методом фильтрации можно отделять воду от осадка и возвращать в начало процесса водоочистки. Результатом такой реорганизации будет экономия воды до 173 м<sup>3</sup>/сутки.

По заданию компании Uppsala Vatten студентами были рассмотрены возможные варианты использования карбоната кальция, образующегося при очистке воды для снижения жесткости. Масса образующегося карбоната кальция составляет около 6000 т в год, и в настоящее время предприятие передает его на строительные нужды в другие компании. Данный вид отходов предприятия можно использовать как вторичное сырье для других отраслей промышленности (производство силикатного стекла, в бумажной промышленности, пищевой промышленности, при производстве пластмасс, красок, резины, продукции бытовой химии), а также для снижения кислотности почвы.

Принцип «Reorganize». Одним из интересных предложений рабочей группы стало повышение энергоэффективности предприятия за счет перехода на альтернативную гидроэнергию. Компания Uppsala Vatten использует систему искусственных водопадов в технологическом процессе водоподготовки, высота перепада воды составляет около двух метров [16].

Для повышения энергоэффективности компании был подобран мини-гидроэлектрический генератор с максимальной высотой перепада 2 м, необходимый расход воды 1,9 м<sup>3</sup>/с, при этом максимальная выходная мощность составит около 25кВт. Данный вид генератора в виду его небольшой мощности, и возможности установить только один генератор на данной территории, не сможет полностью покрыть необходимую потребность предприятия в электроэнергии, но повысит энергоэффективность в целом.

Недостатки строительства гидроэлектрического источника энергии заключаются в том, что для выработки электроэнергии необходимо обеспечить заданные условия, что потребует значительные первоначальные инвестиции. Срок окупаемости данного проекта составляет 9,5 лет.

Принцип «Renew». Завершающим этапом по внедрению принципов экономики замкнутого цикла для повышения энергоэффективности станций водоснабжения стало использование дополнительных источников энергии, таких как солнечная энергия. Швеция включила в национальное законодательство множество директив для продвижения внедрения возобновляемых источников энергии. Шведское правительство активно поддерживает предприятия, которые принимают решение об установке солнечных батарей, и обеспечивает возврат до 30% затрат на установку.

По расчетам рабочей группы окупаемость установки солнечных батарей, с учетом государственного софинансирования затрат в размере 30%, составит 12 лет. Основным недостатком проекта является большой срок окупаемости.

На примере компании Uppsala Vatten была показана возможность внедрения принципов экономики замкнутого цикла на практике.

### ***Бизнес-кейс № 3. Внедрение принципов экономики замкнутого цикла в текстильной промышленности***

Цепочка создания текстиля относится к числу наиболее ресурсоемких и загрязняющих окружающую среду. Постоянные изменения в мировой моде заставляют производителей текстиля пересматривать производство – поскольку потребители меняют свой гардероб все чаще, и среднее время использования одной вещи не превышает одного года.

Хлопок и полиэстер наиболее часто используются для изготовления одежды и составляют 85% от общего расхода сырья в отрасли [20]. Полиэстер производится из сырой нефти, а для производства хлопка на одну футболку размера М требуется около 2,7 тыс. литров воды. Такое количество воды человек потребляет в течение трех лет [21]. Кроме того, ткани окрашиваются химическими красителями, а количество выбросов CO<sub>2</sub> в текстильной промышленности составляет 1 млрд. тонн в год [22].

В связи с этим в рамках проектов было проведено исследование для выяснения осведомленности населения России, Испании, Китая и Латвии об экологическом воздействии текстильной отрасли и готовности людей изменить текущую ситуацию. Выбор четырех стран не был случайным – в них проживали студенты – участники рабочей группы.

Для изучения отношения к ресурсоэффективности и экологическому воздействию в текстильной промышленности была разработана анкета, содержащая открытые и закрытые вопросы для определения уровня осведомленности населения о проблемах, которые связаны с воздействием на окружающую среду текстильной

промышленности и способах минимизации этого воздействия; выявления основных препятствий, возникающих при поиске решений по утилизации старых вещей и определения готовности людей уменьшить потребление текстиля.

В опросе приняли участие всего 800 чел., в т. ч. из России - 400 чел., из Латвии – 150 чел., из Китая - 100 чел. и из Испании – 150 чел. Соотношение мужчин и женщин было одинаковым. Преобладающее большинство респондентов (78%) – люди в возрасте от 25 до 30 лет.

Опрос показал, что большинство респондентов (60%) осведомлены о негативном влиянии текстильной промышленности на окружающую среду.

Интересно, что жители разных стран по-разному ответили на вопрос «что Вы делаете с одеждой, которая Вам больше не нужна?». В России наиболее популярными были ответы «возьму на дачу» и «использую как тряпку для мытья полов». Ответ «отдаю на переработку» в России выбрали только 19% респондентов.

В Латвии самыми популярными ответами были «отдаю в благотворительные организации» и «выбрасываю». Только 1,2% опрошенных ответили, что старые вещи можно отдать на переработку.

В Китае ситуация оказалась схожей с ситуацией в Латвии, и респонденты, в основном, отдают старую одежду нуждающимся. 9,3% всех респондентов отдают вещи на переработку. Среди отдельных высказываний можно выделить - «ничего не делаю», «использую как наполнитель для шитья сумок», «сжигаю во время языческих праздников».

Во всех странах одним из популярных ответов был «отдать друзьям / продать».

Интересно отметить, что большинство респондентов на вопрос «готовы ли Вы отдать свою одежду на переработку?» ответили - «да» (рис.1).

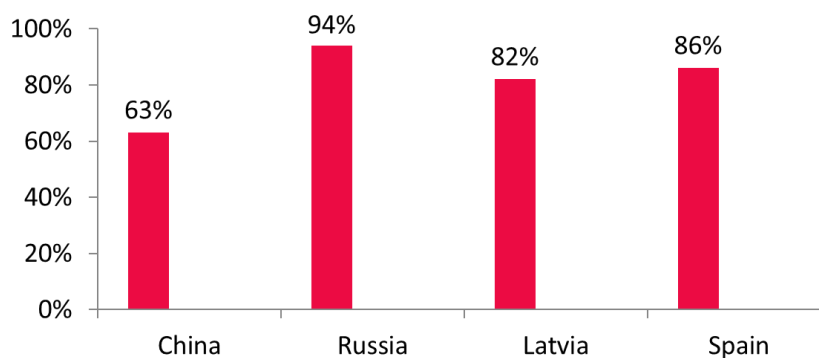


Рис. 1. Готовность отдать старую одежду на переработку

Респонденты хотят, чтобы их старые вещи были переработаны, но у них нет возможности передавать свои вещи на переработку.

В конце опроса респондентов спросили, готовы ли они использовать вещи вместе, например, при помощи интернет-сервисов по аренде или обмену вещей. Ведь многие вещи выходят из моды очень быстро, и есть такие, которые надевают только один раз. К сожалению, многие сочли эту идею негативной. В России 59% респондентов заявили, что не будут пользоваться такими услугами, в Китае их число достигло 81,5%. В Латвии люди готовы попробовать, и 55% поддержали идею «шеринга», а в Испании 70% респондентов уже готовы пользоваться такими услугами.

В качестве выводов по результатам анкетирования можно отметить следующее:

1. Респонденты из Китая, Латвии, России и Испании не в полной мере осознают, каково влияние текстильной отрасли на окружающую среду и как оно связано с их личным потреблением, хотя, получив больше информации об этом, они готовы измениться;

2. Несмотря на то, что респонденты чаще всего жертвуют одежду благотворительным организациям или нуждающимся людям, большая часть старого текстиля сжигается или размещается на полигонах.

Очень трудно или даже невозможно найти точное количество текстильного материала, захороненного на свалках или сожженного на мусоросжигательных заводах в этих странах; аналогично, количество переработанных текстильных отходов также не отслеживается.

Основное внимание должно быть уделено потреблению. Опрос показал, что большинство респондентов готовы попробовать так называемый «капсульный гардероб» - несколько предметов высокого качества, которые

можно комбинировать по-разному. При этом количество приобретаемой одежды ежегодно будет снижаться, тем самым сокращая отходы текстильных материалов и потребление природных ресурсов.

По-видимому, для увеличения объема переработки текстильных отходов необходимо провести серьезные изменения во всех четырех странах. Лучшая производственная инфраструктура для сбора и переработки текстильных отходов, развитие экологического образования и воспитания и более активное участие правительств представляют собой основу для останова чрезмерного потребления текстиля и развития экономики замкнутого цикла.

### Анализ результатов

На протяжении двух лет в проектах CREA-RE и CREA-RE-RU приняли участие 64 студента из четырех стран Балтийского региона. Шестнадцать практико-ориентированных бизнес-кейсов были подготовлены совместно с компаниями, деятельность которых охватывает разные сферы. Более десяти курсов были разработаны и размещены на образовательной платформе [10]. По результатам проекта была собрана и проанализирована обратная связь от преподавателей, студентов и представителей организаций-участников.

Опрос проводился посредством анкетирования и интервьюирования. Двенадцать преподавателей, участвовавших в разработке учебных материалов, отмечают, что во время подготовки лекций и практических занятий они сталкивались с рядом сложностей, которые в основном были связаны с поиском литературы, статистики, достоверной информации для решения бизнес-кейсов. Благодаря международному сотрудничеству и тесной кооперации с бизнес сектором в рамках проекта удалось разработать курсы, отражающие опыт передовых компаний в области ресурсоэффективности. Материалы были собраны на основе примеров внедрения и реализации наилучших доступных технологий, трансформации бизнес-моделей с ориентацией на ресурсоэффективность, развития управленческих подходов при формировании стратегий компаний в области охраны окружающей среды.

Основные преимущества, которые выделили студенты, заключаются в расширении представлений об экономике замкнутого цикла, возможности решения конкретных бизнес-задач и получения обратной связи от представителей бизнеса. 78% респондентов отметили, что данный проект будет способствовать развитию их профессиональных навыков. Все студенты высоко оценили опыт международного сотрудничества и работы в межнациональных командах. Это позволило им развить такие компетенции как работа в команде, лидерство, нацеленность на результат. Более того, студенты отметили, что проект позволил им преодолеть языковой барьер и улучшил презентативные навыки. Единственная сложность, с которой столкнулись студенты, - это недостаток исходных данных для работы над бизнес кейсами. К сожалению, не всегда организации были готовы предоставить точные данные для проведения расчетов и подготовки технико-экономических обоснований.

Для получения обратной связи было проинтервьюировано 20 представителей из 16 организаций, участвующих в проекте. Компании оценили проект, как прекрасную возможность реализации трансфера знаний между наукой и бизнесом. 67 % респондентов подтвердили, что идеи, предложенные студентами, могут быть реализованы в их организациях в ближайшее время. В качестве пожеланий к улучшению участники опроса посоветовали студентам проводить анализ рисков каждого проекта, учитывать внешние и внутренние факторы влияния, а также анализировать интересы и степень влияния ключевых заинтересованных сторон.

Представители бизнеса отметили междисциплинарный подход к разработке бизнес-кейсов благодаря участию студентов разных направлений подготовки (менеджмент, маркетинг, инженерия, экологический инженеринг, промышленная экология и чистое производство). По словам компаний, это уникальная возможность для студентов взглянуть на свою профессию более широко и осознать, как маркетолог, инженер, эколог или менеджер могут реализовать принципы экономики замкнутого цикла и ресурсоэффективности в своей деятельности.

### Заключение

Проект находится в своей завершающей фазе, и новые интересные бизнес-кейсы еще будут разработаны, но уже сейчас можно констатировать, что цель проекта достигнута благодаря созданию базового уровня компетентности в университетах-партнерах для внедрения принципов циркулярной экономики путем разработки новых учебных материалов; трансфера знаний между организациями и университетами и созданию онлайн платформы для обмена учебными материалами.

Мероприятия проекта позволили гармонизировать требования разных стран и выработать единый подход к преподаванию и изучению тем ресурсоэффективности и экономики замкнутого цикла в университетах Балтийского региона.

### Благодарность

Авторы выражают благодарность Шведскому Институту за финансовую поддержку проекта CREA-RE-RU, благодаря которой были получены материалы, нашедшие отражение в данной статье.

### Литература

1. ООН (2015) Парижское соглашение. 12.12.2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unfccc.int>
2. ООН. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru>
3. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, Brussels, 11.3.2020 COM(2020) 98, p. 20 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF)
4. Fishman B., Dede C., Means B. Teaching and technology: New tools for new times // Handbook of Research on Teaching Drew / H. Gitomer, C.A. Bell (eds). 5th ed. - AERA, 2016.- Ch. 21, -66 p;
5. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования, Издательский дом Высшей школы экономики Москва, - 2019. - С. 344
6. Mourtzisa D., Vlachoua E., Dimitrakopoulou G., Zogopoulou V. Cyber- Physical Systems and Education 4.0 – The Teaching Factory 4.0 Concept/ 8th Conference on Learning Factories, 2018. - Advanced Engineering Education & Training for Manufacturing Innovation, Procedia Manufacturing 23 (2018). - pp. 129–134
7. Crea-Re. (2018) Project. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://creareproject.wordpress.com/crea-re-project/>
8. Crea-Re-Ru. (2018) Project. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://creareproject.wordpress.com/crea-re-ru/>
9. Сергиенко О.И., Павлова А.С., Савоскула В.А., Карвинен М., Сорвари Я., Обука В., Клавинс М., Хиллман К., Ауттио С. Экономика замкнутого цикла: анализ уровня осведомленности бизнеса в странах региона Балтийского моря // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент - 2018. - № 4(35). - С. 125-138
10. WIKI – LAB University of Applied Sciences [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://wiki.lamk.fi>
11. Pavlova A. S., Daniliuk M. A., Pavlov A. S. Application of Transition Engineering Methodology to Energy Efficiency Development in the Brewery Company/ Advances in Economics, Business and Management Research, volume 128, 17, March 2020. - pp. 3216-3222 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.atlantispress.com/proceedings/isfec-20/125936370>
12. Global Association for Transition Engineering. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.transitionengineering.org/>
13. Krumdieck, S., 2013. Transition Engineering: adaptation of complex systems for survival. International Journal of Sustainable Development 16(3/4), pp. 310-321
14. Cappellaro F., Engineering in Transition. Approaches, strategies and technologies for implementing system innovation towards sustainability. University of Bologna, PhD thesis. - 2015. - 371 p.
15. Robinson J., Energy backcasting: a proposed method of policy analysis // Energy Policy – 1982. - №10. – pp. 337-344
16. Uppsala Vatten [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.uppsalavatten.se/>
17. Congressional Research Service [CRS] Reports «Energy-Water Nexus: The Water Sector’s Energy Use» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R43200.pdf>
18. Good Energy. 2019. Hydroelectricity [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.goodenergy.co.uk/how-does-hydroelectricity-work/>
19. Reichel A., Schoenmakere M., Gillabel J. Circular Economy in Europe: Developing the Knowledge Base EUROPE (2016) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/thal16002enn-002.pdf>
20. Greenworld [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/trends/green/5d6698179a79475d5428f7d9/>
21. Textile ruin: 800,000 tons of clothes go to waste every year [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.elagoradiario.com/economia-circular/la-ruina-textil-800-000-toneladas-de-ropa-van-a-la-basura-cada-ano//>
22. Textile processing in Russia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://xn--11-nmc.xn--p1ai/news/pererabotka-tkani-i-utilizaciya-tekstilya-v-rossiyy/>



## References

1. OON (2015) Parizhskoe soglasenie. 12.12.2015. [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <http://www.unfccc.int>
2. OON. Tseli v oblasti ustoichivogo razvitiya [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru>
3. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, Brussels, 11.3.2020 COM(2020) 98, r. 20 [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF)
4. Fishman B., Dede C., Means B. Teaching and technology: New tools for new times // Handbook of Research on Teaching Drew / H. Gitomer, C.A. Bell (eds). 5th ed. - AERA, 2016.- Ch. 21, -.66 r;
5. Trudnosti i perspektivy tsifrovoy transformatsii obrazovaniya, Izdatel'skii dom Vyshei shkoly ekonomiki Moskva, - 2019. - S. 344
6. Mourtzisa D., Vlachoua E., Dimitrakopoulou G., Zogopoulou V. Cyber- Physical Systems and Education 4.0 – The Teaching Factory 4.0 Concept/ 8th Conference on Learning Factories, 2018. - Advanced Engineering Education & Training for Manufacturing Innovation, Procedia Manufacturing 23 (2018). - pr. 129–134
7. Crea-Re. (2018) Project. [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://creareproject.wordpress.com/crea-re-project/>
8. Crea-Re-Ru. (2018) Project. [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://creareproject.wordpress.com/crea-re-ru/>
9. Sergienko O.I., Pavlova A.S., Savoskula V.A., Karvinen M., Sorvari Ya., Obuka V., Klavins M., Khillman K., Autio S. Ekonomika zamknutogo tsikla: analiz urovnya osvedomlennosti biznesa v stranakh regiona Baltiiskogo morya // *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment* - 2018. - № 4(35). - S. 125-138
10. WIKI – LAB University of Applied Sciences [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://wiki.lamk.fi>
11. Pavlova A. S., Daniliuk M. A., Pavlov A. S. Application of Transition Engineering Methodology to Energy Efficiency Development in the Brewery Company/ *Advances in Economics, Business and Management Research*, volume 128, 17, March 2020. - pr. 3216-3222 [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iscfec-20/125936370>
12. Global Association for Transition Engineering. [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.transitionengineering.org/>
13. Krumbieck, S., 2013. Transition Engineering: adaptation of complex systems for survival. *International Journal of Sustainable Development* 16(3/4), pp. 310-321
14. Cappellaro F., Engineering in Transition. Approaches, strategies and technologies for implementing system innovation towards sustainability. University of Bologna, PhD thesis. - 2015. - 371 p.
15. Robinson J., Energy backcasting: a proposed method of policy analysis // *Energy Policy* – 1982. - №10. – pp. 337-344
16. Uppsala Vatten [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.uppsalavatten.se/>
17. Congressional Research Service [CRS] Reports «Energy-Water Nexus: The Water Sector’s Energy Use» [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R43200.pdf>
18. Good Energy. 2019. Hydroelectricity [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.goodenergy.co.uk/how-does-hydroelectricity-work/>
19. Reichel A. , Schoenmakere M., Gillabel J. Circular Economy in Europe: Developing the Knowledge Base EUR-OP (2016) [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/thal16002enn-002.pdf>
20. Greenworld [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.rbc.ru/trends/green/5d6698179a79475d5428f7d9/>
21. Textile ruin: 800,000 tons of clothes go to waste every year [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.elagoradiario.com/economia-circular/la-ruina-textil-800-000-toneladas-de-ropa-van-a-la-basura-cada-ano/>.
22. Textile processing in Russia [Elektronnyi resurs] – Rezhim dostupa: <http://xn--11-nmc.xn--p1ai/news/pererabotka-tkani-i-utilizaciya-tekstilya-v-rossiiy/>

Статья поступила в редакцию 22.04.2020 г