



Ministry of Education and Science of Russian Federation
Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design
(SPbSUITD)
HIGHER SCHOOL OF TECHNOLOGY AND ENERGY



Биотопливо и переход мира к циркулярной био-экономике

**Аким Э.Л., Луканин П.В.,
Рыбников О.В., Пекарец А.А.,
Аким М.Э., Фёдорова О.В.,
Ерохина О.А., Рыжиков В.А.,
Роговина С.З., Берлин А.А.**

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД;

Светогорский ЦБК; ВШБ, ВШЭ,
ФИЦ химической физики им. Н. Н. Семёнова РАН.

Биотопливный Конгресс, Санкт-Петербург 19 марта 2024

Комплексные проекты ВШТЭ

- Проект «Лиственница» с Группой «Илим» по 218 Постановлению Правительства РФ 2010-2014гг.
- Проект с ЕЭК ООН «Развитие производства и применения биотоплива в РФ» - с 1999 года по н/в.
- Обеспечение технологического суверенитета РФ при производстве офисной бумаги в 2022-2024 гг. как важнейшей части цифровизации экономики (2022-2024).
- «Приоритет 2030» «Создание новых видов биоразлагаемой упаковки».
- **«Создание научных основ и технологии древесной растворимой целлюлозы для модифицированного морфолиноксидного процесса»** как часть проекта **«Создание научного задела и разработка нового поколения критически важных материалов и технологий полной экологически чистой цепочки производства искусственных волокон из отечественного целлюлозного сырья для преодоления зависимости от импорта и обеспечения конкурентоспособности Российской легкой промышленности»** (Совместно с ИНХС РАН).

Биорефайнинг лиственницы и осины

За последние годы Кафедра технологии целлюлозы и композиционных материалов Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД выполнила и реализовала ряд проектов по биорефайнingu лиственницы и осины, являющихся важными шагами на пути к углеродной нейтральности российского ЛПК.

Это - прежде всего, инновационные технологии:

- **биорефайнинга лиственницы**, легшие в основу Проекта «Лиственница» (по Постановлению Правительства РФ №218);
- **биорефайнинга осины**, легшие в основу ряда технологий на Светогорском ЦБК, включая создание принципиально-нового вида офисной бумаги –
Бумаги «Эко» и «Эко2»;
- **твердого биотоплива третьего поколения;**
- **по созданию новых видов биоразлагаемой упаковки** в рамках Программы «Приоритет 2030».

Остановимся на фундаментальных основах новых технологий, а также подведем некоторые промышленные итоги этих работ.

Из доклада на Конференции, посвященной 100-летию Американского Химического общества, США, 1977

E. Akim. Cellulose Chemistry and Technology, ACS, Symposium Series, Washington, 48, 1977, 153-172

E. Akim. «Cellulose-Bellwether or old hat». «Chemtech», November, 1978, 676-682

«Высокоэластическое состояние – это то состояние, благодаря которому существует жизнь на Земле...»

Высокоэластическое состояние – это то состояние, в котором целлюлоза синтезируется в процессах биосинтеза, выделяется из растительных тканей и перерабатывается в бумагу и картон».

А сегодня можно добавить «...и то состояние, в котором целлюлоза участвует в «циркулярной» экономике...»

«От идеи к реализации. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года №218».

В 2021 году ООО «Инконалт К» выпустило книгу «От идеи к реализации. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года №218». (ООО «Инконалт К» - это российская консалтинговая компания, которая осуществляла сопровождение разработок в сфере научных исследований, инноваций и новых технологий по Постановлению № 218. Эту книгу можно рассматривать как официальные итоги работ, выполненных Университетами по данному Постановлению).

Среди 362 проектов, выполненных в рамках 1-12 очередей по Постановлению Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 года №218, именно проект **«Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы (с выводом на мировые рынки нового вида товарной целлюлозы)»** (Проект «Лиственница») первым подробно описан на стр. 26-31 данной книги.

Проект «Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы (с выводом на мировые рынки нового вида товарной целлюлозы)»,

Предприятие - АО «Группа «Илим»; Исполнитель НИОТКР - Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД; Начало реализации проекта – 2010; Субсидия (млн руб.) - 144,2; Собственные средства (млн руб.) - 178,5 на момент начала коммерциализации (2014 г.).

ИДЕИ

РЕАЛИЗАЦИИ

Комплекс «арабиногалактан-вода» как эвтектический растворитель и эвтектический пластификатор в природной лиственнице

Показано, что усталостная прочность древесины лиственницы обеспечивается в живом дереве природным глубоким эвтектическим растворителем и эвтектическим пластификатором – жидкой системой «арабиногалактан-вода», заполняющей капиллярно-пористую структуру древесины.

ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. ХИМИЯ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, 2020, том 491, с. 73–76

- УСТАЛОСТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ И РЕЛАКСАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОНЕНТОВ**
- © 2020 г. Э. Л. Аким, С. З. Роговина, академик РАН А. А. Берлин**

Впервые установлено, что арабиногалактан содержится в лиственнице не в чистом виде, а в виде его комплекса с водой.

Группа «Илим» занималась вопросом освоения лиственницы в промышленных целях на протяжении 25 лет; специфические особенности лиственничной древесины ограничивали ее использование при варке до 10-15%. Совместный проект Группы «Илим» и ВШТЭ СПбГУГД, реализованный в рамках исполнения постановления Правительства РФ №218 в период 2010-2014 гг., позволил создать промышленную технологию получения качественной целлюлозы из лиственницы и ее смесей с другими породами. Использование лиственницы для этих целей прежде было неэффективным; она имеет высокую плотность и содержит значительное количество гемицеллюлозы - арабиногалактана, которое затрудняет технологический процесс.

В ходе проекта впервые в мире было установлено, что арабиногалактан содержится в лиственнице не в чистом виде, а в виде его комплекса с водой. **Было установлено также, что комплекс «АГ-вода» является эвтектическим низкотемпературным пластификатором древесины. Было установлено также, что данный комплекс может быть удален из древесины в полимерной форме.**

В 2017 году фактический объем продаж превысил 60 миллиардов рублей.

Разработка новой технологии стала настоящим прорывом в отрасли. Созданные в рамках сотрудничества Группы «Илим» и СПбГУПТД способы получения целлюлозы не имеют мировых аналогов и защищены 19 патентами. Реальные объемы продаж новой продукции значительно превысили прогнозные. В 2014 году, когда начался этап коммерциализации проекта, при запланированных 1102 млн рублей продаж фактический показатель составил 2 620,8 млн рублей.

В 2017 году при плане продаж на уровне 12 672 млн рублей фактический объем достиг 61 513 млн рублей.

«Усть-Илим 24» - продолжение проекта «Лиственница»?

Весной 2024 года Группа «Илим» готовится ввести в эксплуатацию целлюлозно-картонный комбинат (ЦКК) в Усть-Илимске Иркутской области. Объем инвестиций в строительство составил 93 млрд рублей. После выхода ЦКК на проектную мощность 600 тыс. т крафтлайнера в год, общий годовой объем производства «Илима» достигнет 4,3 млн т.

В лесосырьевой базе Группы «Илим» в Сибири на долю лиственницы приходится свыше 35%. Поэтому Усть-Илимский ЛПК практически будет использовать все научные и технологические разработки, созданные в результате проекта «Лиственница».

Необходимая и достаточная белизна офисной бумаги.

На протяжении десятилетий экологические движения по всему миру требовали снизить белизну копировальной бумаги до уровня, необходимого и достаточного для того, чтобы она функционировала как средство хранения информации.

Большинству пользователей этой бумаги подойдет существенно более низкий уровень, так как жизненный цикл многих видов бюрократической документации (квитанции, счета, справки и т.д.) очень короткий, и чем дешевле они стоят, тем лучше. Чрезмерная белизна бумаги с оптическими отбеливателями даже вредна для глаз человека (по санитарным нормам ISO белизна школьных тетрадей не должна превышать 80).

Стандарт белизны бумаги класса С в США до середины 2000-х годов составлял 84.

Проблемы с офисной бумагой в РФ в 2022г.

Зимой 2022 года в связи с санкционной политикой ряд стран объявил о прекращении поставок химикатов, в том числе используемых для отбеливания целлюлозы.

Базируясь на ранее проведенных Светогорским ЦБК и Кафедрой ТЦКМ совместных НИР по био-рефайнингу осины и поэтапной эколого-технологической реконструкции ЦБК, в кратчайшие сроки (всего за две недели) был решен ряд сложных технологических задач и запущено производство эко-бумаги с использованием частично беленой лиственной целлюлозы, БХТММ и минеральных наполнителей. Качество такой бумаги соответствует всем требованиям, предъявляемым к офисным бумагам. Была создана и запущена в производство принципиально новая марка офисной бумаги – копировальная бумага ЭКО, не содержащая в своем составе хвойной беленой целлюлозы. Разработана и внедрена в промышленном масштабе технология TCF-отбеливания для новой копировальной бумаги ЭКО, состоящей из лиственной целлюлозы (после щелочно-кислородной обработки) и беленой осинового БХТММ.

Для нового продукта было разработано Изменение № 1 к ГОСТ Р 57641-2017 «Бумага ксерографическая для оргтехники. Общая спецификация». Это позволило решить важнейшие социальные задачи по своевременному проведению ЕГЭ 2022 года в России. и открыло возможность продвигать этот сорт бумаги для государственных и муниципальных закупок. Соответствующие поручения дал Президент РФ в феврале 2023 года.

В 2022 году Светогорский ЦБК выпустил 100 тысяч тонн бумаги Эко, а в 2023 – 50 тысяч тонн бумаги Эко2.

Эксплуатационные свойства бумаги ECO соответствуют всем требованиям к копируемой бумаге класса C, а эластичность и релаксационные свойства соответствуют требованиям ко всем сортам копируемой бумаги. Это позволяет использовать бумагу ECO во всех типах принтеров.

Переход на производство новой офисной бумаги ЭКО резко снижает воздействие предприятия на окружающую среду. Углеродный след новой копируемой бумаги ЭКО примерно в 1,2-1,5 раза ниже по сравнению с марками А и В.

Примерная композиция различных марок офисной бумаги (%),

Марки	А	В	С	Эко	Эко2
	Компоненты				
Хвойная беленая целлюлоза (ECF)	33,5	33,5	33,5	0	0
Хвойная полу беленная целлюлоза (TCF)	0	0	0	0	33,5
Лиственная беленая целлюлоза *полу беленная лиственная целлюлоза	63,5	56,5	51,5	70*	51,5*
БХТММ	3,0	10,0	15,0	30,0	15,0
Мел, химически осажденный, кг/т	206	207	207	163	207
Скорость БДМ, м/мин	1200	1200	1200	900	1200

ТВЕРДОЕ БИОТОПЛИВО И НИЗКОУГЛЕРОДНАЯ ЭКОНОМИКА в России и мире

Аким Эдуард Львович

заведующий кафедрой технологии целлюлозы и композиционных материалов СПб ГУПТД, Почетный Член Консультативного Комитета ФАО ООН по устойчивости Лесного сектора, Член научного совета РАН по лесу, профессор, д.т.н.

Пекарец Александр Андреевич

доцент кафедры технологии целлюлозы и композиционных материалов СПб ГУПТД, Научный руководитель Лесной Технологической Компании, к.т.н.

Аким Михаил Эдуардович

профессор Высшей школы бизнеса НИУ ВШЭ, PhD, MBA

Луканин Павел Владимирович

Первый проректор СПб ГУПТД, Директор Высшей школы технологии и энергетики, профессор, д.т.н.

Федорова Олеся Вячеславовна

доцент кафедры технологии целлюлозы и композиционных материалов СПб ГУПТД, проректор по дистанционному обучению СПб ГУПТД, к.т.н.

Роговина Светлана Захаровна

ведущий научный сотрудник Института Химической Физики им. Н.Н. Семенова РАН, д.х.н.

Берлин Александр Александрович

Академик РАН – Научный руководитель Института Химической Физики им. Н.Н. Семенова РАН

ЗА ДВАДЦАТЬ ПЯТЬ ЛЕТ В МИРЕ РОДИЛАСЬ И БЫСТРЫМИ ТЕМПАМИ РАЗВИВАЕТСЯ ПРАКТИЧЕСКИ НОВАЯ ПОД ОТРАСЛЬ ЛЕСНОГО СЕКТОРА – ТВЕРДОЕ БИОТОПЛИВО ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ – ПЕЛЛЕТЫ И БРИКЕТЫ. В 2022 ГОДУ МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНЫХ ПЕЛЛЕТ ДОСТИГЛО 50 МЛН ТОНН; В 2021 ГОДУ РОССИЯ ПОСТАВИЛА НА МИРОВЫЕ РЫНКИ 2,3 МЛН ТОНН ДРЕВЕСНЫХ ПЕЛЛЕТ, ПРИБЛИЗИВ СВОЮ ДОЛЮ К 5%. В НЕДАВНО ОПУБЛИКОВАННОМ НОВОМ ОТЧЕТЕ BRITISH PETROLEUM – REPORT 2023, ПРОГНОЗИРУЕТСЯ УТРОЕНИЕ ТЕМПОВ РОСТА БИОТОПЛИВА ДО 2050 ГОДА

IN TWENTY-FIVE YEARS, A NEW SUB-SECTOR OF THE FORESTRY industry HAS BEEN BORN AND IS RAPIDLY DEVELOPING IN THE WORLD, NAMELY THE PRODUCTION OF PELLETS AND BRIQUETTES, WHICH IS A SECOND-GENERATION SOLID BIOFUEL. IN 2022, THE GLOBAL PRODUCTION OF WOOD PELLETS REACHED 50 MILLION TONS; IN 2021, RUSSIA SUPPLIED 2.3 MILLION TONS OF WOOD PELLETS TO WORLD MARKETS, BRINGING ITS SHARE CLOSER TO 5%. BRITISH PETROLEUM'S RECENTLY RELEASED NEW 2023 REPORT PREDICTS A TRIPLING OF BIOFUEL GROWTH RATES BY 2050

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биотопливо, пеллеты, изменение климата, древесина, антропогенные выбросы.

Россия – экспортер пеллет и брикетов

В 2019–20 году Россия экспортировала 2,32 млн тонн древесных пеллет – 6% от мирового объема производства пеллет. (ФАО 2019 – Древесные пеллеты и прочие агломераты – 46 миллионов тонн). В первом полугодии 2021 года производство топливных пеллет увеличилось на 19%, цены на гранулы прибавили 17%.

В значительной степени рождение и быстрые темпы развития твердого биотоплива второго поколения – пеллет и брикетов обусловлено тем,

что они как правило производятся из опилок, т.е. многотоннажных отходов переработки древесины, и тем самым решается проблема их утилизации. Кроме того, благодаря использованию современных систем сжигания резко увеличивается энергоэффективность.

При этом, если весь объем производства пеллет в России изготавливался на импортном оборудовании и по зарубежным технологиям, то производство брикетов осуществляется по разработанной в России инновационной энергосберегающей технологии – древесных брикетов,

с плотностью до 1300–1320 кг/м³ [5–10]. Нами разработаны не только описываемые далее научные основы и принципы этой технологии, но и сама технология; она запатентована и реализована в России на 5 технологических линиях, производящих древесные, древесно-угольные и торрефицированные брикеты. Все эти линии работают на опилках и древесных отходах. Кроме того, в Латвии, в Риге не только запущено аналогичное производство брикетов, но и организован выпуск оборудования и самих технологических линий малыми сериями – до 10-15 линий в год. Эта технология обеспечивает получение твердого биотоплива высокой плотности (HDSBF) – целлюлозных композитов энергетического назначения — древесных брикетов, с плотностью до 1300–1320 кг/м³ [5–10], в то время как плотность кристаллических областей целлюлозы – около 1500 кг/м³. Такая высокая плотность качественно меняет многие свойства как самих брикетов, так и их поведение при дальнейшей торрефикации и карбонизации. Именно это позволяет называть их «твердым биотопливом третьего поколения». По инновационной технологии биотоплива третьего поколения – твердого биотоплива высокой плотности (HDSBF) – целлюлозных композитов энергетического назначения, из отвалов гидролизного лигнина (Станция Зима) получены топливные брикеты со свойствами торрефицированных брикетов. Основы инновационной технологии были представлены на многих международных конференциях, включая доклад в Женеве на Международной лесной неделе ФАО ООН/ЕЭК ООН [10].

МГЭИК и биотопливо

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) 20 марта 2023 г. опубликовала Шестой доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [11]. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) – это орган Организации Объединенных Наций, ответственный за оценку состояния научных знаний, связанных с изменением климата. Она была учреждена в 1988 году Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и

Всемирной метеорологической организацией (ВМО) для предоставления политическим лидерам регулярных научных оценок, касающихся изменения климата [12]. В МГЭИК, являющейся ведущим международным органом по оценке изменения климата, входят 195 государств-членов, которые являются членами ООН или ВМО. Цель МГЭИК, созданного при Организации Объединенных Наций – прежде всего обобщить наиболее устоявшуюся и тщательно проверенную совокупность знаний об изменении климата. Опубликованное исследование является серьезнейшим документом, качество которого обеспечивается вовлечением лучших ученых из 65 стран. В трех рабочих группах, принимавших участие в отчете, 782 ученых (и еще сотни авторов), проанализировали более 66 000 исследований. Таким образом, нет оснований ставить под сомнение результаты данного исследования, так как аргументированно опровергать представленные в нем сценарии можно было бы только на основании сопоставимых по масштабам исследований. На данный момент это самый большой, наиболее хорошо проверенный массив научных знаний, который преобразуется в полезную и эффективную политику на уровне государств и компаний.

Обобщающий доклад МГЭИК, утвержденный в ходе недельной сессии в Интерлакене (Швейцария) – это первый всеобъемлющий отчет климатической группы ООН после Парижского соглашения 2015 года, который знаменует собой заключительную главу шестого цикла оценки группы. Ожидается, что его результаты послужат руководством по преодолению чрезвычайной климатической ситуации [13].

В связи с публикацией Шестого доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш охарактеризовал отчет как «настоятельный призыв к массовому усилению усилий по борьбе с изменением климата каждой страной, каждым сектором и в любой период времени». В отчете, опубликованном Межправительственной группой экспертов ООН по изменению

климата (МГЭИК) ведущие ученые-климатологи призывают к корректировке курса по борьбе с климатическими изменениями: текущих или даже запланированных мер недостаточно; в нем говорится, что мир, вероятно, не достигнет в течение десятилетия своей самой амбициозной климатической цели – ограничения потепления на 1,5 °C выше доиндустриального уровня. МГЭИК заявила, что беспрецедентная проблема удержания глобального потепления стала еще более серьезной в последние годы из-за неуклонного увеличения глобальных выбросов парниковых газов. Эксперты считают, что глобальные выбросы должны быть сокращены почти вдвое к 2030 году. Температурный порог в 1,5 °C признан критически важным, поскольку за пределами этого уровня более вероятны так называемые переломные моменты, то есть пороги, при которых небольшие изменения могут привести к резким сдвигам во всей системе жизнеобеспечения Земли. «Внедрение эффективных и справедливых мер по борьбе с изменением климата не только сократит потери и ущерб для природы и людей, но и принесет более широкие выгоды», – считает председатель МГЭИК Ли Хосун [11].

В Шестом докладе МГЭИК изложены краткосрочные действия и поэтапный отказ от ископаемого топлива, необходимые для поддержания повышения температуры ниже 1,5 °C. Показано, что существует огромный потенциал для расширения реальных решений, включая меры по сокращению спроса на энергию, для быстрого сокращения, необходимого для удержания повышения температуры ниже 1,5 °C.

Древесина и ЦУР – смена концепций?

Для начала отметим те события (исключая политические), которые произошли на планете Земля за последние месяцы.

- Население нашей планеты превысило восемь миллиардов человек и продолжает расти.
- Индия стала самой многочисленной страной мира, обогнав Китай.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ правительства РФ от 29 декабря 2023 г. № 2394

Об утверждении перечня видов отходов от использования товаров и видов товаров, которые могут быть произведены при утилизации таких отходов

Виды отходов

Группа № 1

Одежда и изделия текстильные

Изделия из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, утратившие потребительские свойства, незагрязненные

Виды товаров (продукции)

Целлюлоза из прочих волокнистых материалов, кроме древесины

Бумага и картон

Изделия из бумаги и картона

Изделия из гипса строительные

Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные

Пергамин кровельный

Круглый стол

Создание научного задела для разработки и внедрения отечественных технологий получения новых видов искусственных и синтетических волокон и **иных перспективных материалов, получаемых в результате утилизации текстильных отходов.**

Анализ жизненного цикла текстильных волокон и стадий, пригодных для рециклинга (повторного использования в качестве сырья)

Теория циркулярной экономики непрерывно развивается и поэтому целесообразно транслировать это развитие на биорефайнинг **текстильных отходов** как производных растительного мира.

Циркулярная экономика – принцип 3R

Тремя основополагающими принципами, **тремя «R» устойчивости**, которые больше относятся к экономике повторного использования являются:

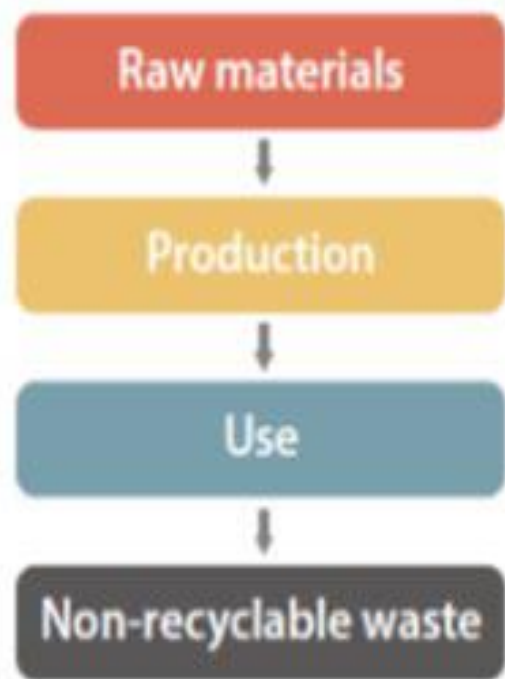
сокращение – reducing - использование минимального объема сырья;

повторное использование – reusing - максимальное повторное использование (продукции);

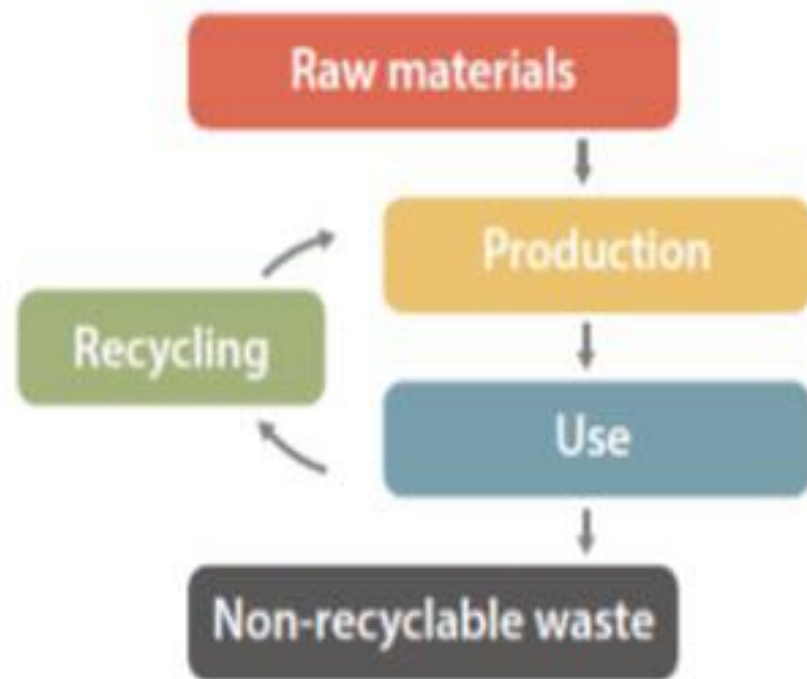
рециркуляция – recycling - высококачественное повторное использование (рекуперированного сырья).

Однако в системе замкнутого цикла необходимо обеспечивать не только надлежащую рециркуляцию материалов, но и высокое качество получаемой продукции и сырья. Количество и последовательность элементов в «R»-подходе, соответственно, изменились и появился **принцип 9R**.

LINEAR ECONOMY



REUSE ECONOMY



CIRCULAR ECONOMY



«3R» -подход и «9R»-подходы

Несмотря на большое разнообразие элементов того, что многие считают циркулярностью, в большинстве определений циркулярной экономики основное внимание уделяется **использованию материалов и преобразованию системы:**

- а) определения, в которых акцент делается на использование материалов, обычно строятся на трех основополагающих принципах, каковыми являются: **сокращение (reducing)** (использование минимального объема сырья), **повторное использование (reusing)** (максимальное повторное использование продукции) и **рециркуляция (recycling)** (высококачественное повторное использование рекуперированного сырья). Эти принципы также называют тремя «R» устойчивости или **«3R»-подходом**; Перепрофилирование (Repurpose), Рециркуляция (Recycle) и Рекуперация энергии (Recover).
- б) определения, в которых акцент делается на преобразование системы, предполагают замыкание производственных циклов при одновременном использовании возобновляемых источников энергии и применении системного мышления - **«9R»-подход**.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M., 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of **114 definitions**. Resources, Conservation and Recycling 127, 221-232.
 - <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>.

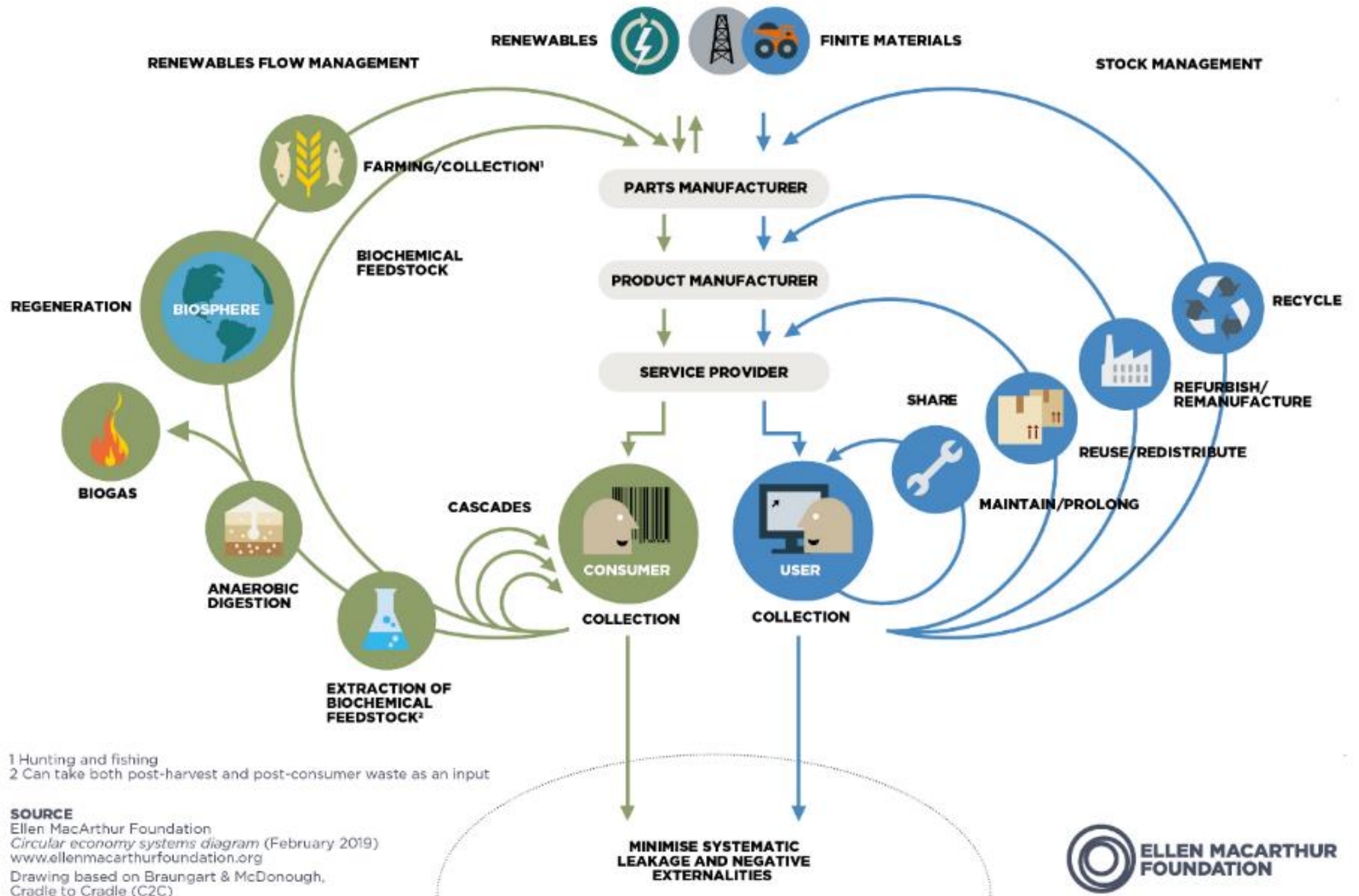
Циркулярная экономика - «9R»-подход

«9R»-подход, в рамках которых акцент делается и на использование материалов, и на преобразование системы.

1. Отказ
2. Переосмысление
3. Сокращение
4. Повторное использование
5. Ремонт
6. Восстановление
7. Использование для производства аналогичной продукции
8. Перепрофилирование
9. Рециркуляция и Рекуперация энергии

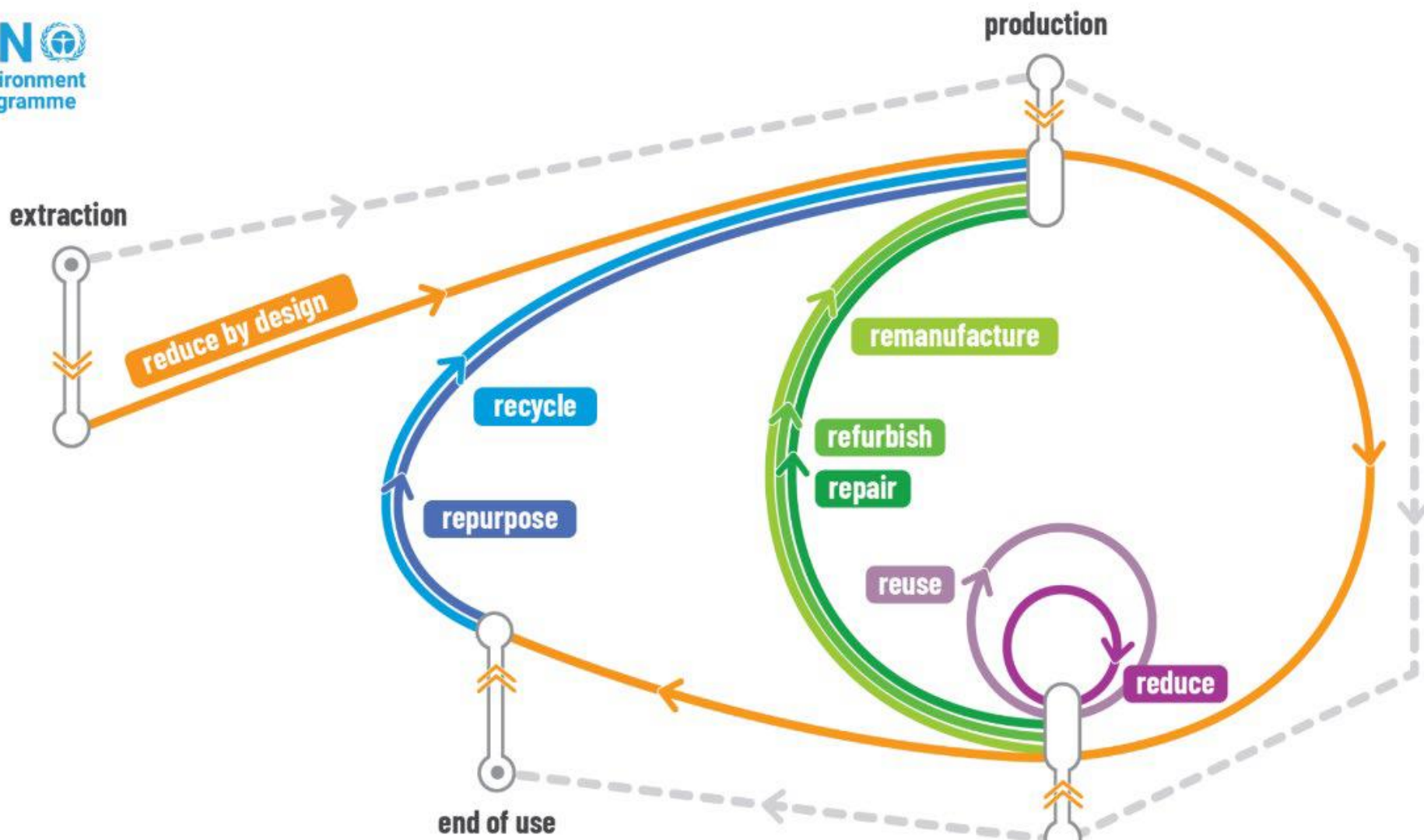
Девятью «R» являются:

1. Refuse
2. Rethink
3. Reduce
4. Re-use,
5. Repair
6. Refurbish
7. Remanufacture
8. Repurpose
9. Recycle Recover



1 Hunting and fishing
 2 Can take both post-harvest and post-consumer waste as an input

SOURCE
 Ellen MacArthur Foundation
Circular economy systems diagram (February 2019)
www.ellenmacarthurfoundation.org
 Drawing based on Braungart & McDonough,
 Cradle to Cradle (C2C)



Circular economy processes

yellow Guiding principle

blue Business to business

green User to business

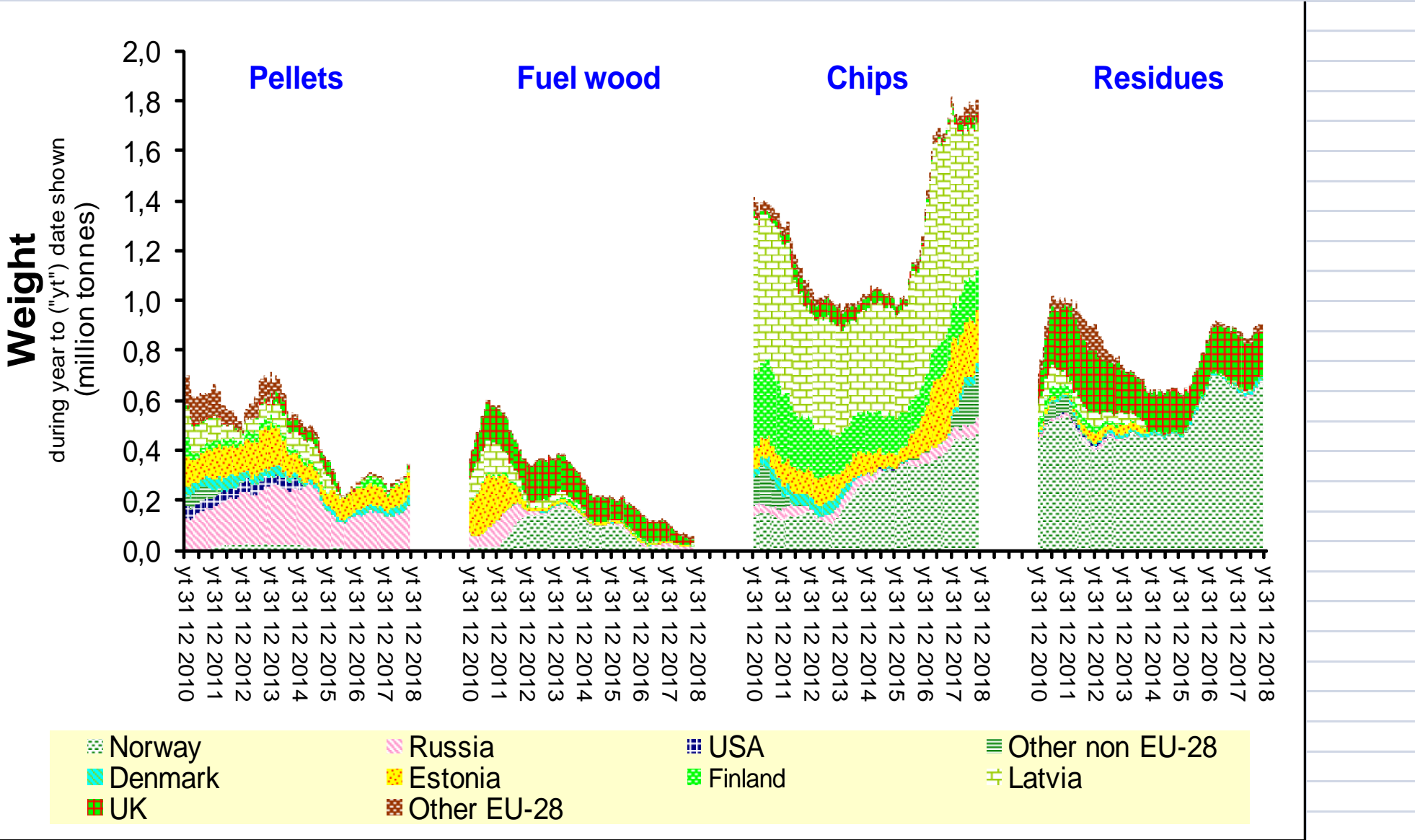
purple User to user

grey Linear economy model

Мусорная революция в Швеции

Лидером по переработке мусора является Швеция, в которой на свалки попадает менее 1% всех бытовых отходов. Примерно половина сжигается на современных мусоросжигательных заводах для выработки тепла, энергии для охлаждения и электроэнергии. Многие мусоросжигательные заводы также принимают бытовые отходы (которые невозможно переработать другим способом) из других стран – за отдельную плату. Таким образом в Швеции в год сжигается около 1,75 миллиона тонн зарубежного мусора.

Импорт. Швеция. (С. Передерий 2019)



Роль биотоплива в мусорной революции

Предупреждение появления отходов (ответственное потребление и т.п.), их классификация;

Выделение пластиковых, текстильных, картонно-бумажных и древесных отходов в отдельные потоки;

Повторное использование пластиковых, текстильных, картонно-бумажных отходов и их переработка для повторного использования материала;

Энергетическое использование - переработка пластиковых, текстильных, древесных отходов в древесные и древесно-угольные брикеты;

Минимизация отходов для захоронения.

Доклады Э.Л. Акима и А.А. Пекарца в Женеве на Европейской неделе Леса (05.11.2019)



Текстильные волокна

За 2020 год во всем мире было произведено 109 млн тонн волокна, что на 1,8% меньше, чем в допандемийный 2019 год, когда производство составило 111 млн тонн.

Среди натуральных волокон доминирующим видом является **хлопок** - его доля в мировом масштабе – почти 80%. Внутри растительных волокон на втором месте по объему выпуска, вслед за хлопком, находится **джут-около 5 млн т**, (одна из разновидностей лубяных волокон класса конопляных) в Индии и Бангладеш.

Наряду с «классическим» вискозным волокном (и его разновидностями – кордным, полинозным), на рынках имеются и новые виды гидратцеллюлозного волокна, **получаемые из так называемых «прямых» растворителей (метилморфолинооксида) – волокна «Лиоцелл», «Тенцел» и др.**

Доля переработанного текстиля на мировом рынке в 2020 году составила 0,5%

За последние 20 лет производство практически удвоилось с 58 млн тонн в 2000 году до 109 млн в 2020-ом. Согласно прогнозам, мировое производство вырастет еще на 35% до 2030 года, достигнув 146 млн тонн. Наиболее востребованной альтернативой традиционным материалам считается переработанный (в основном из пластиковых бутылок ПЭТ) полиэфир, из которого было произведено 8,4 млн тонн волокна. Несмотря на широкое использование среди экологически чистых волокон, доля его производства растет медленно из-за низкой цены на полиэфир, производимый из ископаемого топлива.

Несмотря на инновационные разработки в ресайклинге, доля волокна, полученного из переработанного текстиля, достигла только 0,5% на мировом рынке

Источник: PROfashion.ru / журнал и портал о моде для профессионалов

Циркулярность и ЦБП

Сегодня в мире ежегодно производится более 420 миллионов тонн бумаги и картона – больше, чем всех синтетических полимеров и текстильных волокон вместе взятых.

В целом по миру объем использования вторичных волокон в ЦБП составляет свыше 60% и уже более десяти лет превышает уровень использования первичных волокон. Кратность использования вторичных волокон в целом по миру составляет 7-8 раз.

Поэтому именно вторичная переработка бумаги и картона является примером перехода к циркулярной биоэкономике. Япония еще в 1990 году имела уровень использования вторичных волокон (тогда называвшихся макулатурой) 52%.

В США в 2021 году уровень использования вторичных волокон достигал 68%, что делает бумагу в Соединенных Штатах наиболее циркулярным материалом. Для гофрокартонной упаковки величина еще выше - 91,4%.

Использование вторичных волокон в Китае, производящем сегодня около четверти мирового объема бумаги и картона, таково, что насколько лет назад Китай запретил ввоз в Китай вторичного волокна.

Один из элементов циркуляционной экономики – вторичное волокно плывет из США в Китай (2007)



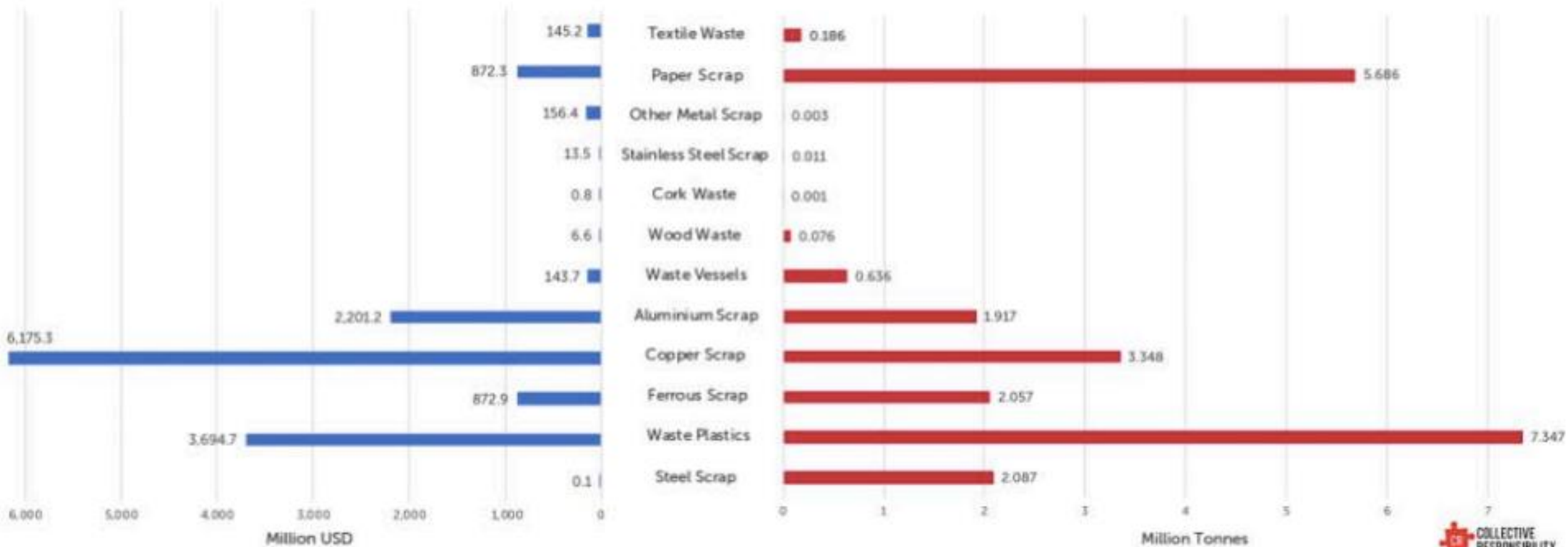


A Global Perspective on the Circular Bioeconomy

Peggy Liu, Chairperson, JUCCCE | @shanghaipeggy | peggyliu@jucce.org



China's Total Waste Imports in 2016



Source: UN Comtrade

Переход к циркулярной био-экономике как окно возможностей для РФ

Применение принципов 9 R позволяет наметить для текстильных отходов в РФ ряд направлений получения широкой гаммы перспективных материалов на основе научно обоснованных принципов утилизации текстильных отходов.

К ним относятся от Программы «вторая жизнь не ношенной одежды» до создания производства различных видов nano-целлюлозы (микросталлическая целлюлоза МКЦ, nano-фибрилярная целлюлоза и др.), включая тряпичную полумассу и производство древесного угля повышенной прочности...

Только анализ жизненного цикла и полный технико-экономический анализ комплексных систем позволит выделить приоритетные направления...

Проф. С. А. ФОТИЕВ

ТЕХНОЛОГИЯ БУМАГИ

ТОМ I

ИСТОРИЯ И СТАТИСТИКА, ВОЛОКНА,
ТРЯПИЧНАЯ ПОЛУМАССА И МАКУЛАТУРА

часть первая
ИСТОРИЯ БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА
доц. В. А. ГРАБОВСКИЙ и проф. Ф. Ф. БОБРОВ

часть вторая
РАСТИТЕЛЬНЫЕ ВОЛОКНА
доц. А. Е. АКИМ

часть третья
ТРЯПИЧНАЯ ПОЛУМАССА И МАКУЛАТУРА
проф. С. А. ФОТИЕВ

МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЛЕСНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

- Первый том книги Проф. С.А. Фотиева, вышедшей 90 лет назад, посвящен **тряпичной полумассе...**
- Сегодня технология денежной и ряда специальных видов бумаги во многом идентична описанной в этой книге...
- ... и это – одно из направлений второй жизни текстильных волокон

Прогнозные оценки мировых запасов хлопка в разрезе стран в 2019/2020 гг.



Источник: данные Всемирного банка

Волокно Spinnova – революция в man-made fiber?

На 72 сессии Лесного Комитета ЕЭК ООН-ФАО ООН (Казань, ноябрь 2014) специальная сессия была посвящена теме: «Леса для моды – мода для лесов».

На Семьдесят девятой сессии, в Риме, 22–25 ноября 2021 года была представлена новая технология Spinnova и, в рамках принципов циркулярности рассматривался Апсайклинг - главный модный тренд будущего.

Мировой рынок растворимой целлюлозы, составлявший в 1973 году 5,33 млн.тонн упал к 2000 году до 3,1 млн. тонн и вновь вырос к 2014 году до 5,51 млн. тонн.

В до пандемийный 2019 год общее потребление волокон в мире (натуральных и химических) достигло рекордной величины, и составило 111 млн тонн. По тоннажу и значимости на первом месте стоят, безусловно, текстильные волокна и материалы, как тканые, так и нетканые.

В настоящее время цены на целлюлозу для химической переработки существенно выше, и по всем имеющимся прогнозам на долгосрочный период, будут оставаться выше, чем на другие виды товарной целлюлозы.

К направлению производства растворимой целлюлозы примыкает и производство флафф-палп – целлюлозы для санитарно-гигиенических изделий (СГИ), например, памперсов, женских и детских СГИ.

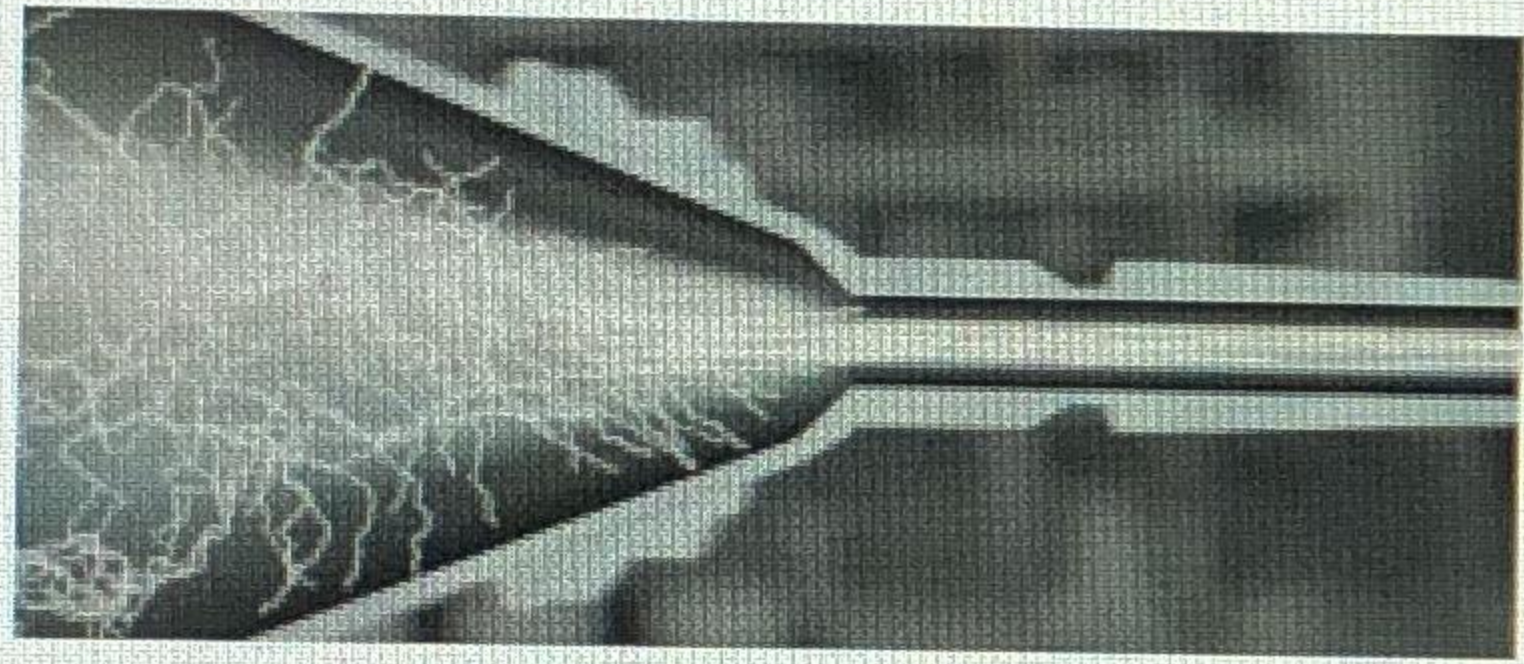
Мировой рынок флафф-палп достигает 5,5-6 млн.тонн в год.

Наряду с этими традиционными направлениями наблюдается большой рост интереса к нано-фибриллярной целлюлозе и волокну Spinnova, которое сегодня финский и бразильский совместный концерн планирует к 2030 году производить в объеме 1 миллиона тонн в год...

ension

Spinning (patented technology)

Dry



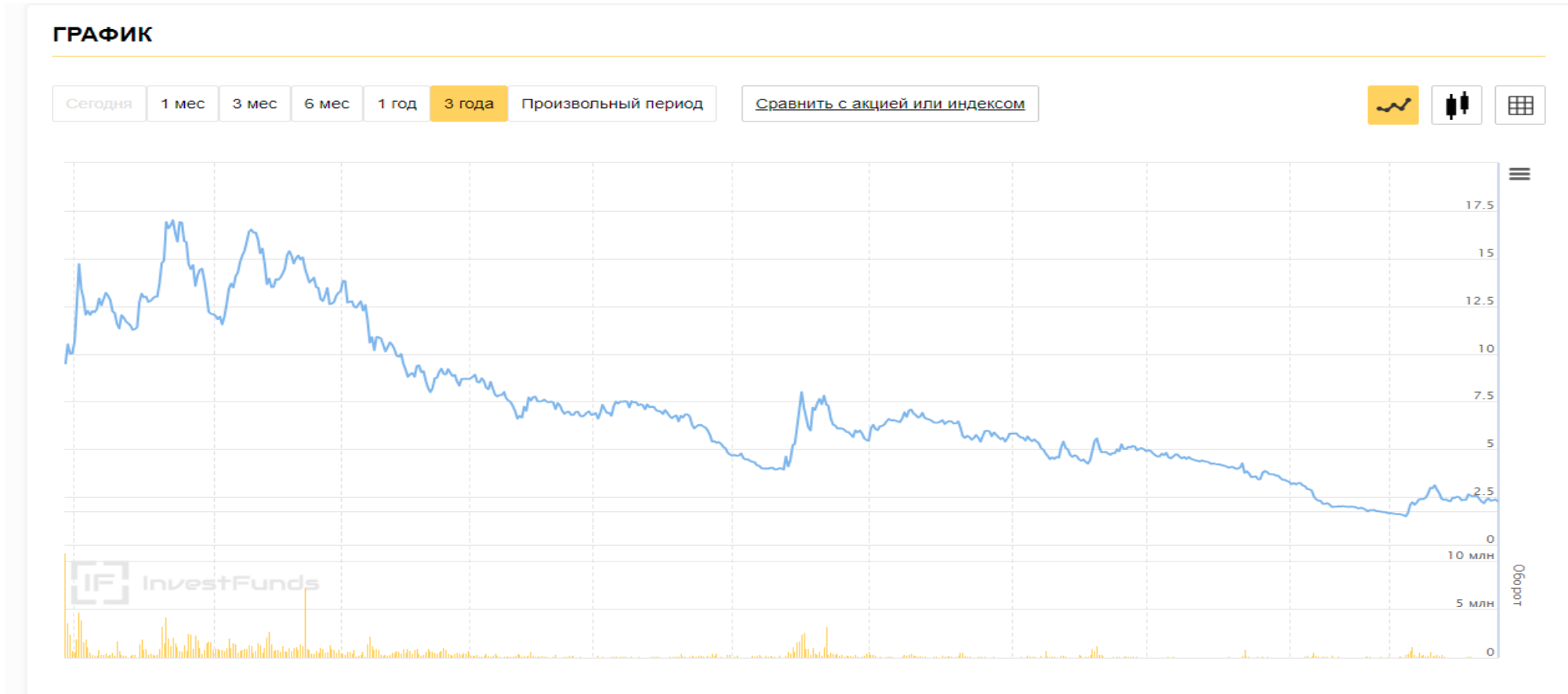
Closed process
for water use

ful
nicals

0%



Изменение стоимости акций Spinnova Oyj за три года (по состоянию на 20.02.2024г)



«Быстрая мода» умирает в пустыне...

- Ведомости 18 апреля 2023г. журнал National Geographic
- Марина Кочетова
- Атакама стала одной из самых быстрорастущих мировых свалок выброшенной одежды

Пустыня Атакама, расположенная на севере Чили простирается от Тихого океана до Анд. Это самая сухая пустыня на Земле, и она настолько похожа на поверхность Марса, что НАСА тестировало там планетоходы. Сегодня Атакама добилась не менее удивительного признания: она стала одной из быстрорастущих мировых свалок выброшенной недорогой одежды благодаря ее быстрому массовому производству. Ее еще называют «быстрая мода» (fast fashion). Это явление создало так много отходов, что ООН называет его «экологической и социальной чрезвычайной ситуацией» для планеты, рассказывает журнал National Geographic.

Каждый день уничтожается огромный самосвал новой одежды...

Быструю моду определяют как дешевую, модную одежду, которая пробует идеи с подиума или культуры знаменитостей и с головокружительной скоростью, чтобы удовлетворить потребительский спрос, превращает их в массовую одежду. Идея состоит в том, чтобы как можно быстрее вывести на рынок новейшие модели, чтобы покупатели могли расхватать их, пока они еще находятся на пике популярности, а затем, к сожалению, выбросить их после нескольких носок, или – не одев ни одного раза...

А всё то, что не распродано в магазинах – оказывается и уничтожается в Латинской Америке или в странах Африки...

Это подыгрывает идее о том, что повторение нарядов — это модная оплошность, и что если вы хотите оставаться модным, вы должны носить последние образцы по мере их появления. Быстрая мода является ключевой частью токсичной системы перепроизводства и потребления, которая сделала моду одним из крупнейших загрязнителей в мире.

Многие компании по всему миру разрабатывают процессы переработки для производства текстильных волокон из хлопка и другого сырья, богатого целлюлозой.

Хотя эти процессы переработки оказались технически осуществимыми, по-прежнему проще и экономичнее перерабатывать первичную целлюлозную массу (Şevval Taşar, 2020), что может создать проблемы для внедрения этих технологий переработки текстиля.

Несмотря на это ограничение, текстильная и модная индустрии, похоже, полны решимости внедрить более устойчивые методы: 86 модных компаний подписали Обязательство по созданию системы круговой моды на 2020 год и согласились принять реальные меры по созданию более замкнутой системы (Global Fashion Agenda, 2020).

Консорциум «Вторая жизнь текстиля»

- Комплексная программа
- С РАОбумпромом и университетами
- Многонаправленность
- Параллельность
- Межотраслевой характер решений
- Минпромторг РФ
- Экологические операторы регионов и РФ

Университет Косыгина дал миру всемирно известную школу Вячеслава Зайцева, а СПб ГУПТД свыше четверти века проводит Международный конкурс молодых дизайнеров «Адмиралтейская игла», который является ежегодным ярким событием в мире моды не только Санкт-Петербурга и всей России, но многих стран мира...

Конкурс «Вторая жизнь одежды» может стать еще одним направлением «Адмиралтейской иглы», как ответ информационных технологий на «требования быстрой моды»...

Мировой рынок текстильного волокна

По данным ФАО ООН (2023), текущий мировой рынок текстильного волокна составляет 111 миллионов тонн в год. По оценкам, в 2030 г. он достигнет 146 млн тонн (Текстильная биржа, 2020 г.). Таким образом он сопоставим с другими полимерными отходами – синтетическими полимерами - 400 млн тонн, и бумагой и картоном – 430-440 млн тонн в год.

В 2019 году 52 процента мирового объема производства волокна приходилось на полиэфир, 23 процента на хлопок, 6,4 процента на искусственные целлюлозные волокна (включая вискозу и лиоцелл) и 18,6 процента на другие волокна (Textile Exchange, 2020). Лيوцелл был третьим наиболее используемым типом искусственных целлюлозных волокон после вискозы и ацетата в 2019 году. В 2019 году его доля рынка составляла около 4,3 процента всех искусственных целлюлозных волокон, а объем производства составлял примерно 0,3 миллиона тонн. Совокупный годовой темп роста лиоцелла с 2017 по 2022 год оценивается примерно в 15 процентов. Это означает, что ожидается, что лиоцелл будет расти быстрее, чем другие искусственные целлюлозные волокна (Textile Exchange, 2020).

Как известно, переход мира к циркулярной био-экономике базируется на теории циркулярной экономики, которая непрерывно развивается. Поэтому целесообразно транслировать это развитие на биорефайнинг вторичного текстильного волокна текстильных отходов и текстильных изделий, при обязательном снижении карбонового следа и ускорения перехода к углеродной нейтральности.

Анализ жизненного цикла текстильных волокон и текстильных изделий с учётом основных принципов перехода к циркулярной экономики. Как известно классификация волокон строится на их разделении на природные волокна (хлопок, шерсть, шелк), искусственные и синтетические волокна. При этом формирование твёрдых отходов происходит на всех стадиях жизненного цикла текстильных волокон и текстильных изделий – как на предприятиях производства химических волокон, текстильных предприятиях, швейных предприятиях (постиндустриальные), так и на стадиях продажи и эксплуатации (постпотребительские). Поэтому целесообразно проанализировать основные стадии утилизации (переработки) постиндустриальных технических отходов производства текстильных волокон и постпотребительских текстильных изделий отходов и текстильных изделий., а также «отходы» на стадии глобальной торговли и «судьбу выброшенных изделий».

Физико-химические методы био-рефайнинга

Основные направления использования вторичных волокон для получения волокон текстильного назначения, для получения нано-продуктов целлюлозы (микрористаллическая целлюлоза – МКЦ, порошковая целлюлоза, микрофибриллярная целлюлоза и др. виды), для получения бумаги и картона, а также композитов на их основе, а также продуктов в результате утилизации синтетических тканей (диметиловый эфир терефталевой кислоты и др.) для целей последующего производства полиэфирных гранул и волокон.

С учетом изложенного утилизация (переработка) постпотребительских и постиндустриальных текстильных отходов, а также текстильных изделий во вторичное сырье (волокно, материалы, изделия и иные полезные компоненты, пригодные для повторного применения) является актуальной научно-технической проблемой.

Основная идея предлагаемого проекта. На основании анализа мировой структуры текстильных волокон и текстильных изделий, и анализа их жизненного цикла, с учётом основных принципов перехода к циркулярной экономике, разработать комплексную технологию вторичной переработки утилизации (переработки) текстильных волокон и текстильных изделий. При всем многообразии используемых в России и в мире текстильных волокон и текстильных изделий примерно 70-75% приходится на два типа – целлюлозные и полиэфирные волокна. Мировое производство и потребление хлопка составляет около 25 млн. т в год, вискозных волокон – 6-7 млн. тонн; на долю полиэфирных волокон приходится около 50-60 млн. тонн.

В 2019 году Lenzing объявила о планах построить в Таиланде крупнейший в мире завод по производству лиоцелла с годовой производственной мощностью 100 000 тонн. Lenzing также создала совместное предприятие по производству защитного снаряжения на случай кризиса COVID-19 (Textile Exchange, 2020). Sateri, крупнейший производитель вискозного волокна, начал производство лиоцелла в 2020 году. Его материнская компания Royal Golden Eagle объявила о планах инвестировать 200 миллионов долларов США в течение следующих десяти лет в исследования и разработки целлюлозных текстильных волокон (Textile Exchange, 2020).

Вискозное волокно и растворимая целлюлоза

Объем производства вискозных волокон в мире в 2019 году составил почти 6 миллионов тонн, при этом совокупный годовой темп роста производства вискозного волокна с 2017 по 2022 год оценивается примерно в 6–7 процентов (Textile Exchange, 2020). Объем производства волокон из ацетатов целлюлозы в 2019 году составил около 1 миллиона тонн, но они использовались в основном не для текстильных целей, а для сигаретных фильтров (Textile Exchange, 2020).

Доля вискозных волокон в одежде и текстиле, производимых ведущими брендами, в Европе колеблется от 10 до 14 процентов (Statista, 2020), а полиэфирных волокон – около 40-50%, что указывает на то, что синтетика и хлопок по-прежнему занимают большую долю рынка.

Наибольшая доля растворимой древесной целлюлозы используется для производства вискозных волокон для швейной промышленности.

Три крупнейшими производителями растворимой древесной целлюлозы, которая в основном используется для производства вискозных волокон, являются Китай (1,8 млн тонн), Соединенные Штаты Америки (1,3 млн тонн) и Южная Африка (около 1 млн тонн). Что касается глобального видимого потребления растворимой целлюлозы, то наибольшая доля приходится на Китай (60 процентов), за ним следуют Индия (10 процентов), Соединенные Штаты Америки и Индонезия (по 6 процентов) (FAOSTAT, 2020). В 2023 году введены новые мощности в Латинской Америке.

Новые заводы по производству растворимой целлюлозы в мире

- Для выпуска растворимой целлюлозы со стабильными и высокими показателями качества считались предпочтительными варочные установки периодического действия, работающие по технологии сульфатной варки с предварительным водным или паровым автогидролизом. Отечественный (Братский ЛПК) и зарубежный опыт (предприятия Финляндии, Португалии и Бразилии) варки растворимой целлюлозы в варочных аппаратах непрерывного действия «Камюр» оказался неудачным.
- Используя данный опыт, фирма «Андритц» разработала технологию варки вискозной целлюлозы в аппарате непрерывного действия с установкой предгидролизного сосуда (колонны), отличительной особенностью которого является наличие зон гидролиза и диффузионной промывки гидролизованной щепы. Первая модифицированная непрерывная варочная установка с предгидролизной колонной была введена в эксплуатацию в октябре 2011 г. на заводе Sun Paper Industry в г. Янчжой, Китай **при получении растворимой целлюлозы из тополя.**
- **В 2020 г. Китай произвел 1,815 млн т растворимой целлюлозы, увеличив за пять лет ее производство в 8 раз!!!**

Переход к морфолиноксидным волокнам

Три крупнейшими производителями растворимой целлюлозы, которая в основном используется для производства вискозных волокон, являются Китай (1,8 млн тонн), Соединенные Штаты Америки (1,3 млн тонн) и Южная Африка (около 1 млн тонн). Что касается глобального видимого потребления растворимой целлюлозы, то наибольшая доля приходится на Китай (60 процентов), за ним следуют Индия (10 процентов), Соединенные Штаты Америки и Индонезия (по 6 процентов) (FAOSTAT, 2020). Объем производства вискозных волокон в 2019 году составил почти 6 миллионов тонн, при этом совокупный годовой темп роста производства вискозного волокна с 2017 по 2022 год оценивается примерно в 6–7 процентов (Textile Exchange, 2020). Объем производства волокон из ацетатов целлюлозы в 2019 году составил около 1 миллиона тонн, но они использовались в основном для не текстильных целей – для сигаретных фильтров (Textile Exchange, 2020). Доля вискозных волокон в одежде и текстиле, производимых ведущими брендами, в Европе колеблется от 10 до 14 процентов (Statista, 2020), а полиэфирных волокон – около 40-50%, что указывает на то, что синтетика и хлопок по-прежнему занимают большую долю рынка. Наибольшая доля растворимой целлюлозы используется для производства вискозных волокон для швейной промышленности. Производство растворимой целлюлозы неуклонно растет с начала 2000-х годов со скоростью 6,3 процента в год (за период 2000–2018 годов) (FAOSTAT, 2020; Kallio, 2021). Однако в долгосрочной перспективе этот темп роста, вероятно, замедлится, поскольку для этого потребуются крупные инвестиции в мощности со стороны лесной промышленности (Kallio, 2021).

В 2019 году Lenzing объявила о планах построить в Таиланде крупнейший в мире завод по производству лиоцелла с годовой производственной мощностью 100 000 тонн. Lenzing также создала совместное предприятие по производству защитного снаряжения на случай кризиса COVID-19 (Textile Exchange, 2020). Sateri, крупнейший производитель вискозного волокна, начал производство лиоцелла в 2020 году. Его материнская компания Royal Golden Eagle объявила о планах инвестировать 200 миллионов долларов США в течение следующих десяти лет в исследования и разработки целлюлозных текстильных волокон (Textile Exchange, 2020).

Производство растворимой целлюлозы в СССР и в России

СССР занимал второе место в мире (после США) по производству **целлюлозы для химической переработки (растворимой целлюлозы).**

В СССР производились практически все виды такой целлюлозы: вискозная, кордная, ацетатная и др.

На Приозерском ЦЗ, Котласском, Братском, Байкальском, Светогорском, Амурском и Советском ЦБК (Калининградская обл.) выпускался весь ассортимент древесной растворимой целлюлозы, а на Владимирском химическом, в Казани и др. заводах – хлопковая целлюлоза.

В настоящее время в России растворимая целлюлоза не производится и вряд ли будет производиться.

Структура рынка вискозной целлюлозы (данные RISI)

Рынок вискозной целлюлозы имеет высокую концентрацию и со стороны покупателей (60% рынка приходится на 10 крупнейших из 50), и со стороны поставщиков сырья (до 73% мощностей приходится на 10 крупнейших из 31). При этом крупные потребители являются и крупными производителями (Lenzing, Birla).

До 60% вискозной целлюлозы перемещается от места производства к месту потребления - места производства и потребления вискозной целлюлозы разнесены, основное потребление в Азии.

Проблемы микроволокон

Проблема микроволокон связана и с пластиками, применяемыми в упаковке и с текстильными волокнами и изделиями из них. При их глобальном производстве около 100 млн. тонн, уровень их повторной переработки не превышает по миру 5-10%. Это не только привело к дополнительному пластиковому загрязнению мира, но и к проблеме микроволокон; микропластик из одежды становится частью круговорота воды и, таким образом, проникает в сложные водные пищевые сети животных, растений и людей. Научные оценки предполагают, что от шести до десяти процентов мирового производства пластика попадает в Мировой океан.

Древесина и био-топливо

Учтенный объем заготовки древесины в мире составляет около 4 млрд кубометров в год, половина используется как топливо в самых бедных странах мира; производство и использование древесного угля в мире превышает 50 млн тонн в год, при этом на Африку, в которой древесный уголь является основным топливом для приготовления пищи, приходится около двух третей мирового производства - 33 млн тонн в год. Особо следует отметить, что в странах экваториальной Африки сохраняется древняя, экологически очень несовершенная технология изготовления древесного угля.

Нефть - не топливо, топить можно и ассигнациями...

В мире ежегодно добывается около 4,5 млрд тонн нефти в год, а сернистых соединений в различных видах нефти может быть более 10-ти процентов, хотя обычно этот показатель не превышает шести процентов. Содержание серы в этих видах топлива приводит при изжигании к образованию сернистого газа и, как следствие, к кислотным дождям

В мире ежегодно добывается около 7,5 млрд тонн в год каменного угля, а содержание общей серы в углях обычно колеблется, в основном, от 0,2 до 10%.

Около 5 % добываемой нефти превращается в синтетические полимеры...

Объем потребления крупнотоннажных полимеров в мире, изготавливаемых путем переработки нефти и газа, составил в 2020 году свыше 265 млн тонн, а их повторное использование не превышает **10-15%**; объем потребления бумаги и картона в мире - свыше 430 млн тонн, причем свыше 60% бумаги и картона используются многократно - 6-8 и более раз; объем потребления текстильных волокон в мире – около 100 млн тонн, из них около 25 млн. т. – хлопковое волокно, а свыше 5 млн. т – вискозные волокна, включая лиоцелл. Таким образом, рассматривая пути перехода к циркулярной биоэкономике, проблемы секвестирования углерода целесообразно анализировать не только био-топливо, но и другие виды органических отходов, а также анализировать всю совокупность потребностей человечества, вызывающих сегодня климатические проблемы и загрязнение планеты, например, пластиковое.

High Density Solid Biofuel (HDSBF) technologies for circular economy

Michael Akim², Aleksandr Pekaretz^{1,4}, Svetlana Rogovina³, Alesandr Berlin³, Eduard Akim¹

¹St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, St. Petersburg, 191186 Russia

²HSE University, Moscow, 119049, Russia

³Semenov Federal Research Center for Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119991 Russia

⁴ Forest Technological Company Ltd, Irkutsk Region, Kachug

SIPS 2022, 310

30 November 2022

<https://www.flogen.org/sips2022>

ПРОИЗВОДСТВО КРЕМНИЯ В КОМПАНИИ РУСАЛ

февраль 2024

ТЕКУЩАЯ (64) И ПЕРСПЕКТИВНАЯ (89) МОЩНОСТЬ КРЕМНИЕВЫХ ЗАВОДОВ РУСАЛ:

- АО “Кремний”: 39 тыс. т; $39 + 25 = 64$ тыс. т;
- ООО “РУСАЛ Кремний Урал”: 25 тыс. т; 27 тыс. т;

При необходимости увеличения объемов потребления технического кремния на рынке РФ могут быть модернизированы текущие и введены ранее законсервированные мощности на АО Кремний.

Сырье для производства кремния: Кварцит 52%; **Древесный уголь 15%; Каменный уголь 17%; Кокс 4%; Древесная щепа 12%**



The
**Global Forest
Sector**

Changes, Practices, and Prospects

Edited by
Eric Hansen • Rajat Panwar • Richard Vlosky



Influence of Relaxation State of Polymeric Components of Wood on Its Fatigue Strength

Chapter 6

2023 Print ISBN: 978-81-19761-00-5, eBook ISBN: 978-81-19761-75-3

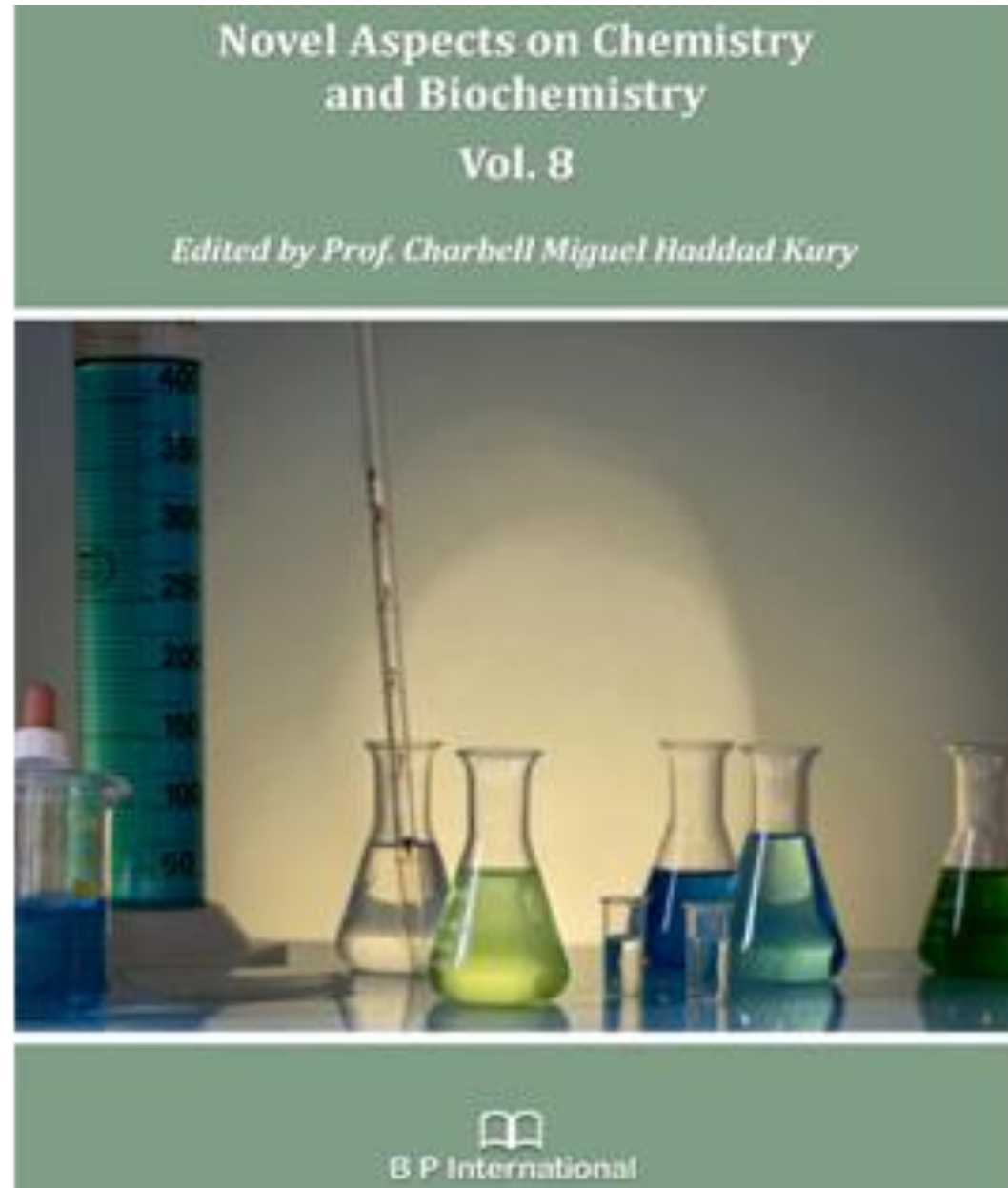
E. L. Akim, S. Z. Rogovina and Al. Al. Berlin

DOI: 10.9734/bpi/nacb/v8/1706G

Peer-Review History:

This chapter was reviewed by following the Advanced Open Peer Review policy. This chapter was thoroughly checked to prevent plagiarism. As per editorial policy, a minimum of two peer-reviewers reviewed the manuscript. After review and revision of the manuscript, the Book Editor approved the manuscript for final publication. Peer review comments,

comments of the editor(s), etc. are available here:
<https://peerreviewarchive.com/review-history/1706G>



The Creation of Composite Materials and Gels on the Base of Arabinogalactan

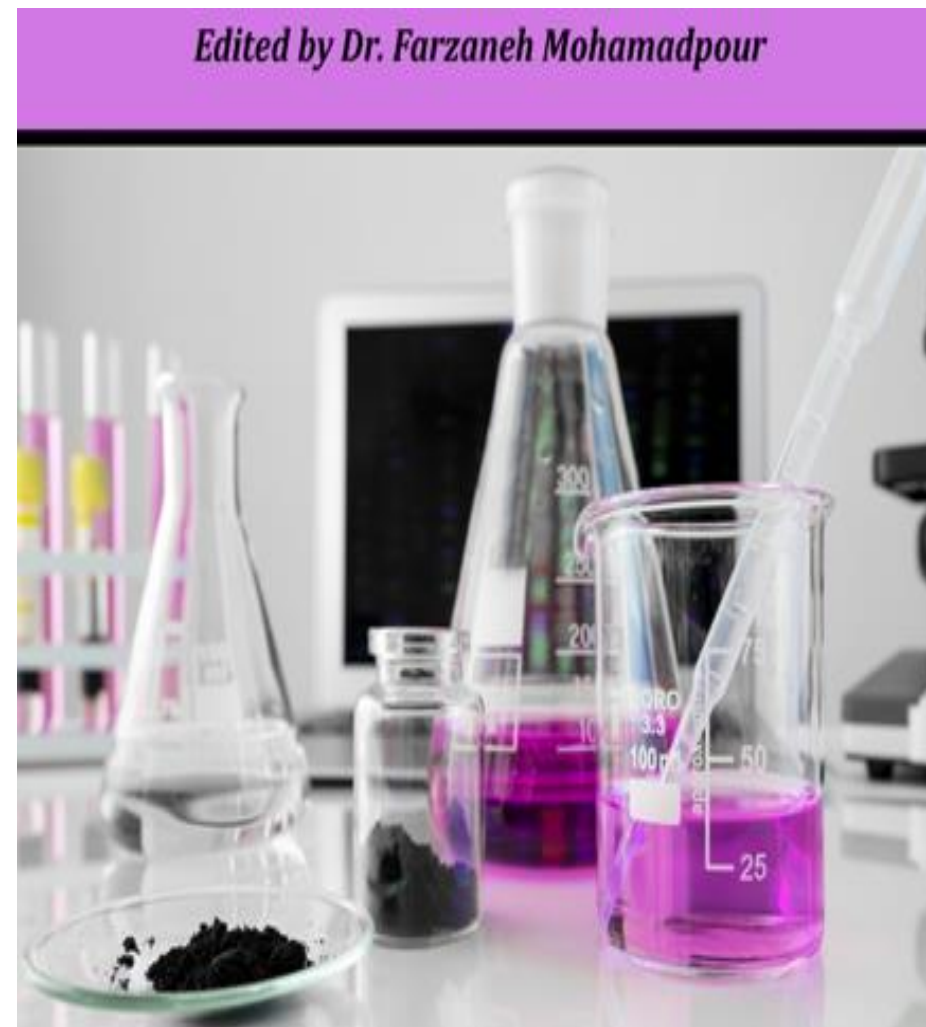
S. Z. Rogovina E. L. Akim S. A. Dubrovskii A. A. Berlin

Current Innovations in Chemical and Materials Sciences Vol. 3,
11 November 2023 , Page 55-64

<https://doi.org/10.9734/bpi/cicms/v3/1707G>

Abstract

Natural polysaccharide arabinogalactan (AG), contained in Siberian larch in the form of aqua-complex in a liquid state, plays the role of a eutectic plasticizer over a wide temperature range, due to which larch survives at low temperatures. At present time AG is used in different fields including food industry, veterinary, medicine at al. One of the promising areas of its application is also the creation of biodegradable polymer composites with synthetic and nature polymers. Compositions of AG with polymers of different classes (low-density polyethelene and biodegradable polyester polylactide) were obtained in the solid state under conditions of shear deformations and their mechanical characteristics were measured. It was shown that PLA-based materials are more rigid and have lower elongation at break than LDPE-AG composites. Hydrogels based on AG crosslinked by ethylene glycol diglycidyl ether and glutaric aldehyde were also obtained. The study of their behavior suggested that the use of AG in the form of concentrated solutions with low viscosity is more preferable.



«Гринвошинг» и зеленый маркетинг твердого биотоплива Михаил Аким (ВШЭ), Эдуард Аким (ВШТЭ), Александр Пекарец (ВШТЭ), Доклад в Сеуле 17.11.2023

GREENWASHING AND GREEN MARKETING OF SOLID BIOFUEL.

HOW “GREEN” IS “GREEN” BIOFUEL ENERGY AND HOW TO MAKE IT “GREENER”?

НАСКОЛЬКО «ЗЕЛЕНАЯ» ЭНЕРГИЯ БИОТОПЛИВА И КАК СДЕЛАТЬ ЕЕ «ЗЕЛЕНЕЕ»?

Михаил Аким, Высшая школа бизнеса, НИУ ВШЭ, Россия

Эдуард Аким, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия

Александр Пекарец, ООО «Лесная технологическая компания», Россия

- Michael Akim, Graduate School of Business, HSE University, Russia
- Eduard Akim, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Russia
- Aleksandr Pekaretz, Forest Technological Company Ltd, Russia

1. Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы (с выводом на мировые рынки нового вида товарной целлюлозы). В книге: «От идеи к реализации. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 года №218». стр. 26-31. «Инконалт», 2021.
2. Аким Э. Л., Роговина С. З., Берлин А. А. Усталостная прочность древесины и релаксационное состояние её полимерных компонентов. ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. ХИМИЯ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, 2020, том 491, с. 73–76
3. Akim E. L., Rogovina S. Z. and Berlin Al. Al. Influence of Relaxation State of Polymeric Components of Wood on Its Fatigue Strength. Chapter 6, In the book: Novel Aspects on Chemistry and Biochemistry. Vol. 8, 27 October 2023, Page 87-94. 2023
4. Rogovina S. Z., Akim E. L. Dubrovskii S. A., Berlin A. A. The Creation of Composite Materials and Gels on the Base of Arabinogalactan. In the book: Current Innovations in Chemical and Materials Sciences Vol. 3, 11 November 2023, Page 55-64.
5. Rybnikov O., Grishin A., Akim E. Carbon footprint 60-65 ISO Brightness - copy paper made from unbleached hardwood pulp and aspen Bleached Chemical-Thermomechanical Pulp (BCTMP). In the book: Circularity concepts in the pulp and paper industry. UNITED NATIONS, Geneva, 2023, p.103-104.