

# **«Наилучшие доступные технологии целлюлозно-бумажной промышленности: взгляд эксперта»**

гл. технолог ООО «Адвис плюс»  
Кряжев Анатолий Максимович

г. Санкт-Петербург

28

.01.2020 г

В предисловии к книге «Энциклопедия технологий» **Василий Сергеевич Осьмаков** - Заместитель министра промышленности и торговли Российской Федерации, руководитель Федерального проекта «Внедрения наилучших доступных технологий», пишет:

«...Из основных позиций промышленной экологии, прикладной науки советской школы, был взят тезис о том, что наибольший природоохранный эффект в промышленности даёт совершенствование технологий производства.....Переход на принципы НДТ представляет собой поэтапный процесс согласованных и предсказуемых изменений регуляторных требований к экологичности и ресурсной эффективности промышленности..... Примечательно, что концепция НДТ за рубежом также содержательно сдвигается к категории промышленного развития и модернизации».

# Содержание


## Наилучшие доступные технологии - жизненная необходимость для предприятий России

1. Существующая структура лесопромышленного комплекса России и комплексная переработка возобновляемого древесного сырья
  - 1.1. Доля химической переработки биомассы древесины в ЛПК. Вклад ЛПК в ВВП страны и в глобальный лесной бизнес
  - 1.2 Стоимость древесного сырья и эффективность его использования
  - 1.3 Техничко-экономическая оценка ЛПК и целлюлозно-бумажной промышленности России
2. Наилучшие доступные технологии - производство с наименьшими технологическими потерями, сбросами и выбросами в окружающую среду
3. Стратегия развития ЛПК до 2030 г, подготовленная Минпромторгом РФ, и вопросы её реализации на основе НДТ

# Введение

**Для присутствия предприятия ЦБП на глобальном рынке в XXI веке необходимо:**

1. Конкурентоспособное качество;
2. Конкурентоспособную себестоимость;
3. Экологически безопасное производство на основе НТД;
4. Максимально использовать «зелёную энергию».



# **1. Существующая структура лесопромышленного комплекса России и комплексная переработка возобновляемого древесного сырья**

# Лесопромышленный комплекс

*Лесное хозяйство + Лесная промышленность*

*Задача лесного хозяйства:* учёт, воспроизводство, выращивание лесов, защита и т.д.

*Задача лесной промышленности:* переработка всей биомассы заготовленной древесины:

## **1.Лесозаготовка**

**2.Механическая обработка древесины** (пиломатериалы, фанера, плиты, деревянное домостроение, мебель, биотопливо)

## **3.Химическая переработка древесины (состоит из двух сегментов):**

**3.1. Сегмент целлюлозно-бумажного производства** (целлюлозно-бумажная и картонная продукция) включает также производство побочных продуктов из варочных щелоков:

- от сульфатной варки - талловые продукты (талловый скипидар, сырое талловое масло, канифоль талловая, жирные кислоты)
- от сульфитной варки – лигносульфонаты, кормовые дрожжи, спирт этиловый, ванилин

**3.2. Сегмент лесохимического производства** включает:

- канифольно-терпентинное производство (живица, живичный скипидар, живичная канифоль)
- использование древесной зелени (хвойно-эфирные масла, биологически активные препараты, хвойно-витаминная мука)
- гидролизное, пиролизное, уксусно-кислотное производства и т.д.(из порубочных остатков и отходов

# Лесосырьевая база лесного комплекса России

- Запас древесины - **76,06 млрд.м<sup>3</sup>** или **14%** от общемировых запасов [1].
- Половина мировых запасов хвойной древесины сосредоточена в лесах России.
  - Запас древесины на 1 человека в России -**500 м<sup>3</sup>** (на 1 жителя Земли – **75 м<sup>3</sup>**)
- Ежегодный прирост древесины в лесах России – **980 млн. м<sup>3</sup>** - это огромный объём. Для сравнения в 2016 г. объём заготовки составил **214 млн. м<sup>3</sup>** или **20%** от ежегодного прироста
- По расчётам Алексея Ивановича Киприанова [2] из ежегодного прироста биомассы можно заготовить 500 млн. м<sup>3</sup> стволовой древесины, из 1/5 которой можно произвести технологической щепы, достаточной для выработки 20 млн. тонн целлюлозы – это количество целлюлозы, которое планируется выработать в 2030 г по прогнозу Минпромторга РФ.
- Несмотря на несметные лесные богатства рубка леса происходит только на 22% лесопокрытой территории, там где имеется транспортная доступность и это определяет незначительное использование прироста древесины.

# Использование лесных ресурсов в России и Финляндии в начале XXI века

(данные фирмы ЯАККО ПОУРИ, 2002 г)

- В России:
  - - фактический объем рубок (**167,9 млн. м3**) в 3 раза меньше разрешенного объема (**551 млн. м3**);
  - - годовой прирост леса используется на **17,3%** ;
- В Финляндии:
  - - фактический и разрешенный объем рубок (**60 млн. м3**).
  - - годовой прирост леса используется на **75%**;



## ЭПИЛОГ к существующему ведению лесного хозяйства в России

В 1899 г. Дмитрий Иванович Менделеев сформулировал основной принцип управления лесным хозяйством [9]:

«Непременным условием разумного пользования лесными запасами должно считать такое в них хозяйство, чтобы годовое потребление было равно годовому приросту, ибо тогда потомкам останется столько же, сколько получено нами».

В 2007 г. ведущий сотрудник НИИЛХ Игорь Васильевич Шутов, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН и РАСХН, писал [10], "В действующем Лесном кодексе лес определяется как сырьевой ресурс. Между тем с точки зрения науки лес – ландшафт особого типа. В котором допустима хозяйственная деятельность, но забирать можно не больше естественного прироста. Именно ландшафтом он должен быть и с точки зрения закона. Словосочетание "лесное хозяйство" в кодексе вообще отсутствует.....»

Для сравнения:

1. Китай на своей территории уже заготавливает ежегодно в полтора раза больше древесины, чем РФ, и при этом больше всех в мире вкладывает в своё лесное хозяйство и лесоразведение [11].
2. В Европе за последние 10 лет площадь лесов увеличилась более чем на 44 000 км<sup>2</sup> (источник ФАО).

# В России дешёвое древесное сырьё?

Структура стоимости древесины у лесозаготовителей России и Финляндии в начале XXI века (Якко Поури, 2002г)

Попенная плата в РФ 2,1\$ (13%) в Финляндии 26,4\$(66%)

Лесозаготовка в РФ 8,3 (51%) в Финляндии 8,4\$(21%)

Транспортировка в РФ 5,9\$(36%) в Финляндии 5,2\$ (13%)

**Всего** в РФ **16,3\$** (100%) в Финляндии **40\$** (100%)

## Вывод

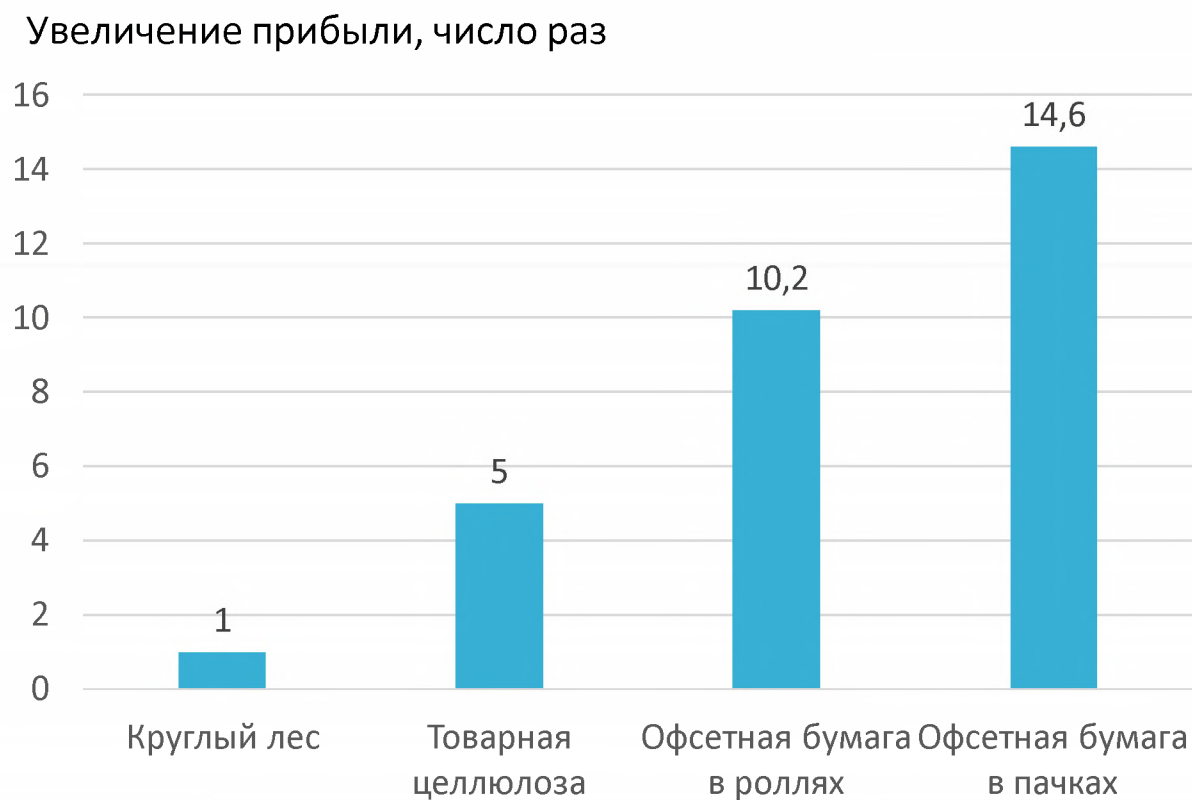
В начале XXI века низкая стоимость 1 м куб. круглого леса в РФ была только из-за низкой попенной платы, установленной государством в 2001 г. В 2007 г Правительство увеличило попенную плату до 4,1\$, а начиная с 2018 г её увеличило с коэффициентом 2,17 и далее ежегодно с повышающим коэффициентом (2,38; 2,62)

# Эффективность использования лесных ресурсов в РФ и Финляндии в начале XXI века

(данные Экокомплекс Инвест, 2002г)

- В России поступления от экспорта всей продукции ЛПК составляли **26,8 EUR/м<sup>3</sup>** заготовленной древесины.
- Доля ЦБП составила только **30%** от всего объема экспорта ЛПК России, а каждый пятый м<sup>3</sup> заготовленной древесины поставлялся на экспорт в виде круглого леса (33 млн.м<sup>3</sup>).
- В Финляндии поступления от экспорта составили **151 EUR/м<sup>3</sup>** использованной древесины, так как **80%** экспорта приходится на высокотехнологичную продукцию ЦБП, в том числе *производство лесохимической продукции*, Таким образом, в Финляндии успешно работают оба сектора химической переработки древесины.

# Увеличение прибыли от продажи продукции глубокой степени переработки бумаги относительно круглого леса [4]



# Технико-экономическая оценка ЛПК и целлюлозно-бумажной промышленности России

## В 2016 году:

- заготовлено деловой древесины 214 млн. м<sup>3</sup> (30% расчётной лесосеки), из них 20,1 млн. м<sup>3</sup> поставлено на экспорт или 9% от заготовки, что на 40% меньше, чем в начале века;
- произведено 8,2 млн т целлюлозы, из них на экспорт было направлено 2,1 млн т или 26%;
- доля импортной целлюлозы 24%(145 тыс.т); бумаги и картона 22%(1,527 млн т).
- объём выручки ЛПК составил 1,4 трлн. рублей (**\$ 23 млрд.**), из которых выручка от химической переработки древесины в ЦБП составила 1,15 трлн. рублей (**\$ 19,2 млрд.**) [5], или **ЦБП даёт 84% выручки ЛПК.**
- вклад ЛПК в ВВП страны составляет всего 0,5%, экспортный потенциал 8 млрд. \$, в то время как по оценкам экспертов он должен достигать 20–30 млрд. долларов, что сопоставимо с поставками нефти, газа и продукции сельского хозяйства.
- вклад ЛПК России в глобальный лесной бизнес -3%

Продолжение слайда

В данном докладе не рассматриваем всё многообразие причин такого положения дел в ЛПК, отметим только:

- в XXI прошли структурные изменения в сегменте ЦБП и было полностью закрыто производство наукоёмкой продукции – целлюлозы для химической переработки (в 1970-ые - 700 тыс. т в год).

- произошедшие в 1990-ые годы структурные изменения в сегменте лесохимического производства привели практически к прекращению своего существования (канифольно-терпентинное, канифольно-экстракционное, использование древесной зелени и т.д.). Тогда как стоимость продукции *только из доступной древесной зелени* в РФ для сельского хозяйства, парфюмерной, медицинской, пищевой отраслей промышленности оценивается в 10 млрд \$, а суммарный вклад лесохимического производства в 15 млрд.\$

К началу XXI в. основные объёмы производства ЦБП в среднем были на 25% ниже, чем в 1988 г., и только в 2016 г. объём варки целлюлозы достиг уровня 1988 г.



## Сравнительная оценка ЛПК России и Китая

В 2018 году объём производства лесной промышленности Китая составил **\$1,1 трлн**, что составляет примерно две трети ВВП РФ [11] и в 48 раз больше, чем ЛПК РФ. При этом численность населения в Китае всего в 10 раз больше РФ, таким образом, в Китае производится на 1 человека в 5 раз больше продукции ЛПК, чем в РФ (733 \$/чел и 158 \$/чел).

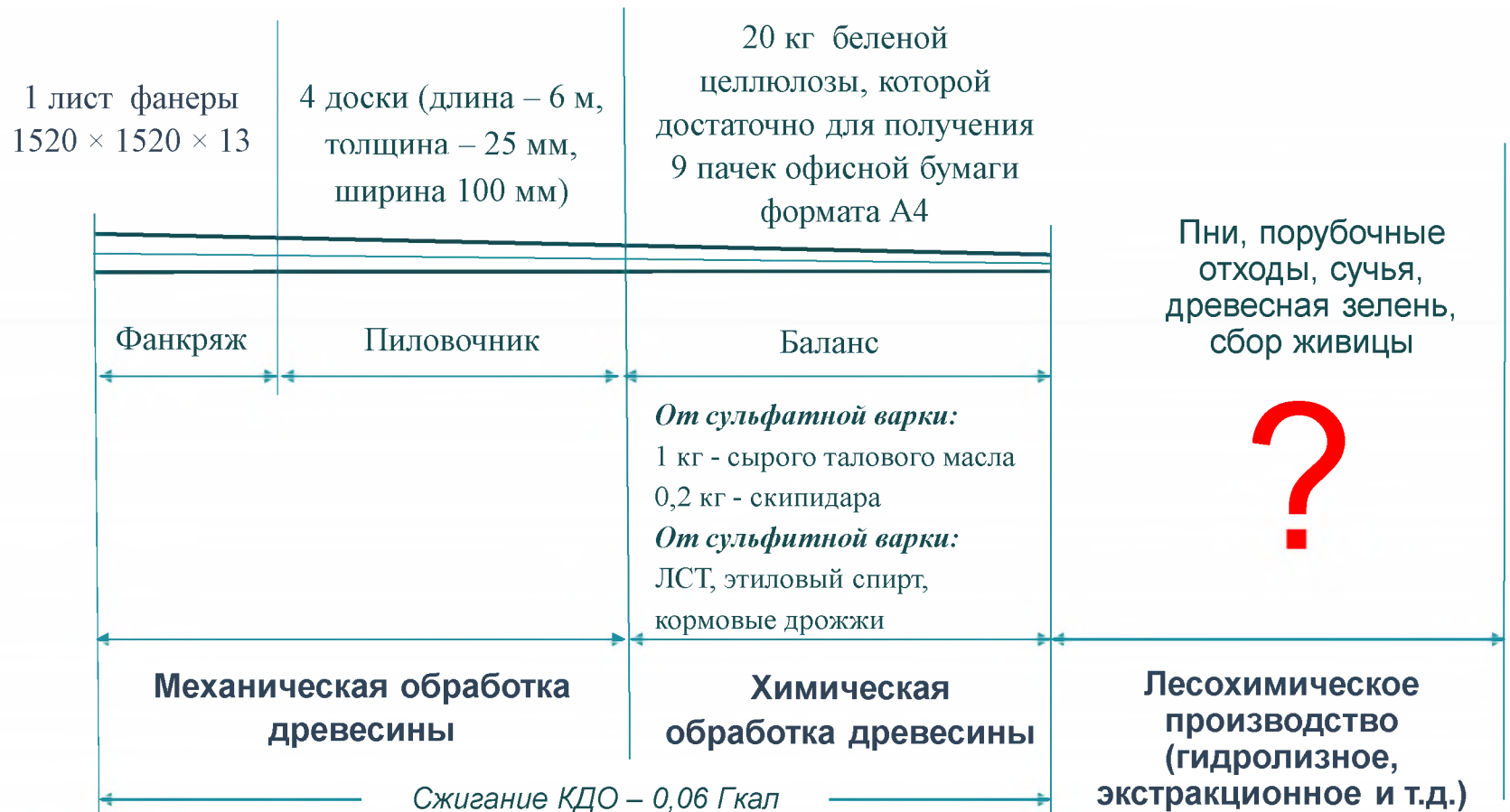
К 2025 году Китай планирует увеличить выпуск продукции ЛПК в 1,5 раза

# Производственная структура предприятия ЦБП во времена СССР

Строились комбинаты, на которых производили механическую и химическую переработку древесины. Например, Усть-Илимский ЛПК по проекту должен перерабатывать в год 7 млн м<sup>3</sup> древесного сырья в виде хлыстов и вырабатывать 550 тыс. т целлюлозы, 250 тыс. м<sup>3</sup> древесностружечных плит, 1200 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов, 44 тыс. т кормовых дрожжей, 12 тыс. т фурфурола и свыше 30 тыс. т талловых продуктов. В результате комплексной переработки планировали использовать **94 %** поступающей древесины и лишь **6 %** составляли бы отходы и потери.



# Существующая комплексная переработка древесины на примере ствола сосны $V=0,3 \text{ м}^3$ <sup>[4]</sup>



## **Скипидар – второй после канифоли важнейший продукт лесохимии**

Мировое производство скипидара порядка 280 тыс. т в год, из них:

-140 тыс. т живичный скипидар (Китай, страны Латинской Америки, Индия, Индонезия, Португалия)

-140 тыс. т сульфатный скипидар + экстракционный скипидар (60% производится в США, и 40% в мире)



# Падение объёмов производства лесохимических заводов на примере живицы, канифоли и скипидара

	1986	2010	Примечание
Сбор живицы, т в год	156000	~ 6000	Из живицы производят 400 видов продукции, и, соответственно, стоимость произведённой продукции многократно превышает стоимость исходного сырья
Выручка, млрд.\$	0,52.	падение в 25 раз!	
Выработка канифоли, т в год:			
-живичная	107000	4000	Продукция лесохимического производства
-экстракционная	27000	нет	
Итого:	134000	4000	
-талловая канифоль	34000	26000	Побочная продукция сульфатного производства
Суммарный выпуск канифоли	168000	30000	



	1986	2004	Примечание
Выработка скипидара, т в год:			В декабре 2018 г стоимость живичного скипидара -4000 \$/т, и сульфатного 1600 \$/т
-живичный	35000	1200	
-тапловый (сульфатный)	6000	4500	
Суммарный выпуск скипидара	41000	5700	
Выручка, млрд. \$	0,15	0,011	Из скипидара производят 100 видов продукции, и, соответственно, стоимость произведённой продукции многократно превышает стоимость исходного сырья
С учётом выпуска 500 видов продукции (400+100) суммарная выручка от живицы и скипидара, млрд	(0,52+0,15) *3=2		

## Рейтинг 10 крупнейших регионов по объёму экспорта скипидара в 2018 году, в натуральном выражении, (тонн)

Регионы	2018	Доля в 2018 г., %
Ленинградская область	623,7	32,7%
Республика Карелия	533,2	28,0%
Республика Бурятия	439,8	23,1%
Иркутская область	204,9	10,8%
Республика Марий Эл	79,9	4,2%
Нижегородская область	20,8	1,1%
Новосибирская область	1,2	0,1%
Ставропольский край	1,1	0,1%
Московская область	0,2	-

Источник: ФТС РФ, аналитика Alto Consulting Group



## Выводы

Отсутствие комплексной переработки заготовленной биомассы за счёт падения объёмов производства лесохимических заводов - одна из причин низкой экономической эффективности ЛПК, поскольку сейчас перерабатывается только 60% биомассы заготовленной древесины (ствол), тогда как остаток 40% биомассы: лесосечные отходы, сучья, пни, древесная зелень *практически не используются*.

Это одна из весомых причин низкой эффективности работы ЛПК и его экспортного потенциала в XXI веке [6] .

**2. Наилучшие доступные технологии -  
наименьшие технологические потери  
(сбросы, выбросы в окружающую среду)**

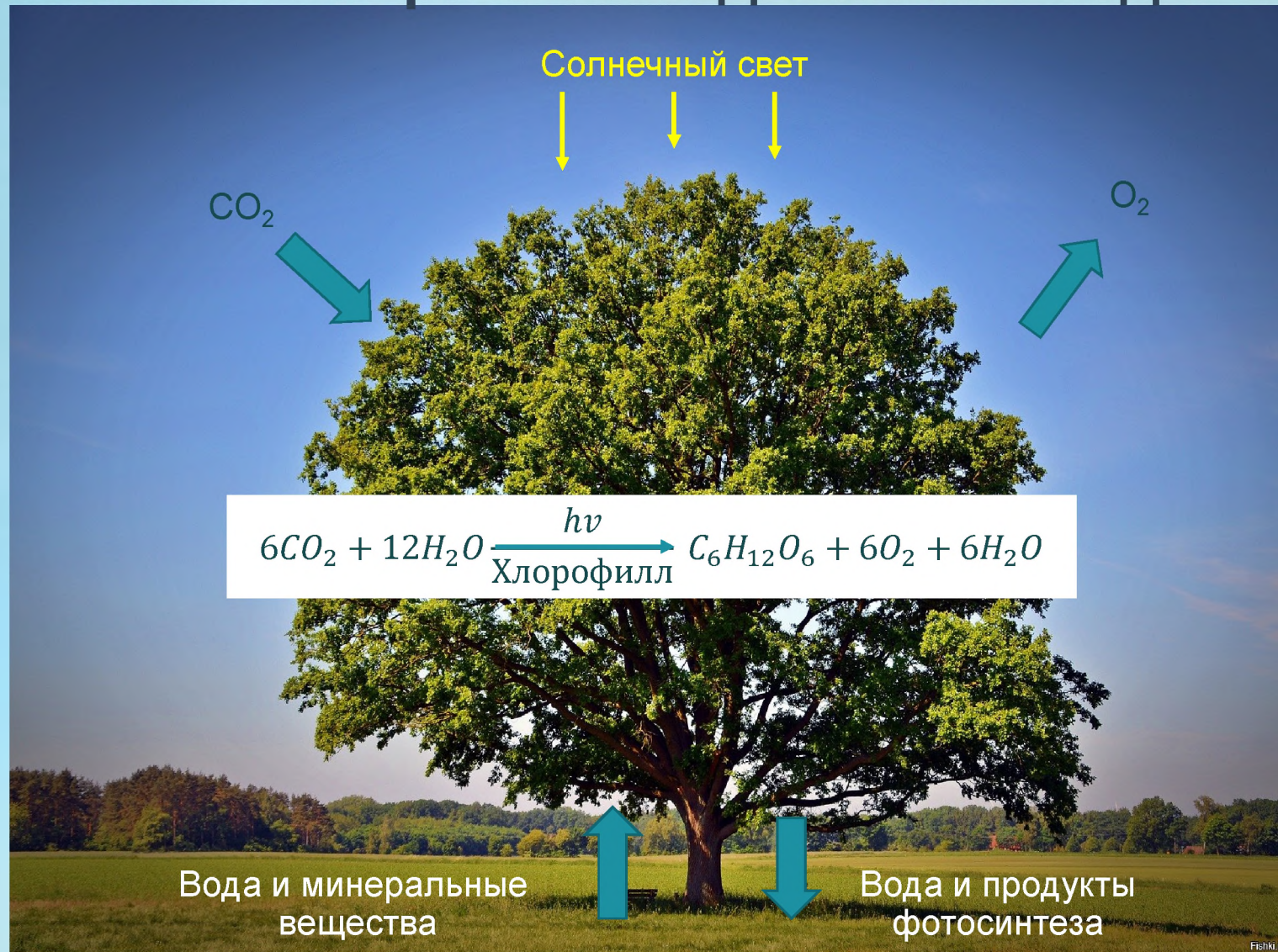
В предисловии к книге «Энциклопедия технологий» **Алексей Александрович Учен** – Директор Департамента стратегического развития и корпоративной политики Минпромторга России, администратор Федерального проекта «Внедрения наилучших доступных технологий», пишет:

«...В современном мире промышленная политика и экологическая реформа бизнеса тесно взаимосвязаны. Экологическая направленность модернизации промышленных технологий на более рациональное использование ресурсов стимулирует развитие новых технологических процессов и создание инновационных видов продукции и услуг. Нельзя недооценивать роль регуляторных факторов в развитии технологий».



**Пример безотходного  
производства, созданный природой**

# Фотосинтез и направления движения воды в дереве



Лист-фотосинтезирующий орган высших растений. В листьях протекает уникальная реакция синтеза углеводов из диоксида углерода и воды под влиянием солнечного света, катализируемая хлорофиллом. В результате из неорганических соединений образуются различные моносахариды (например, глюкоза), дисахариды и полисахариды.

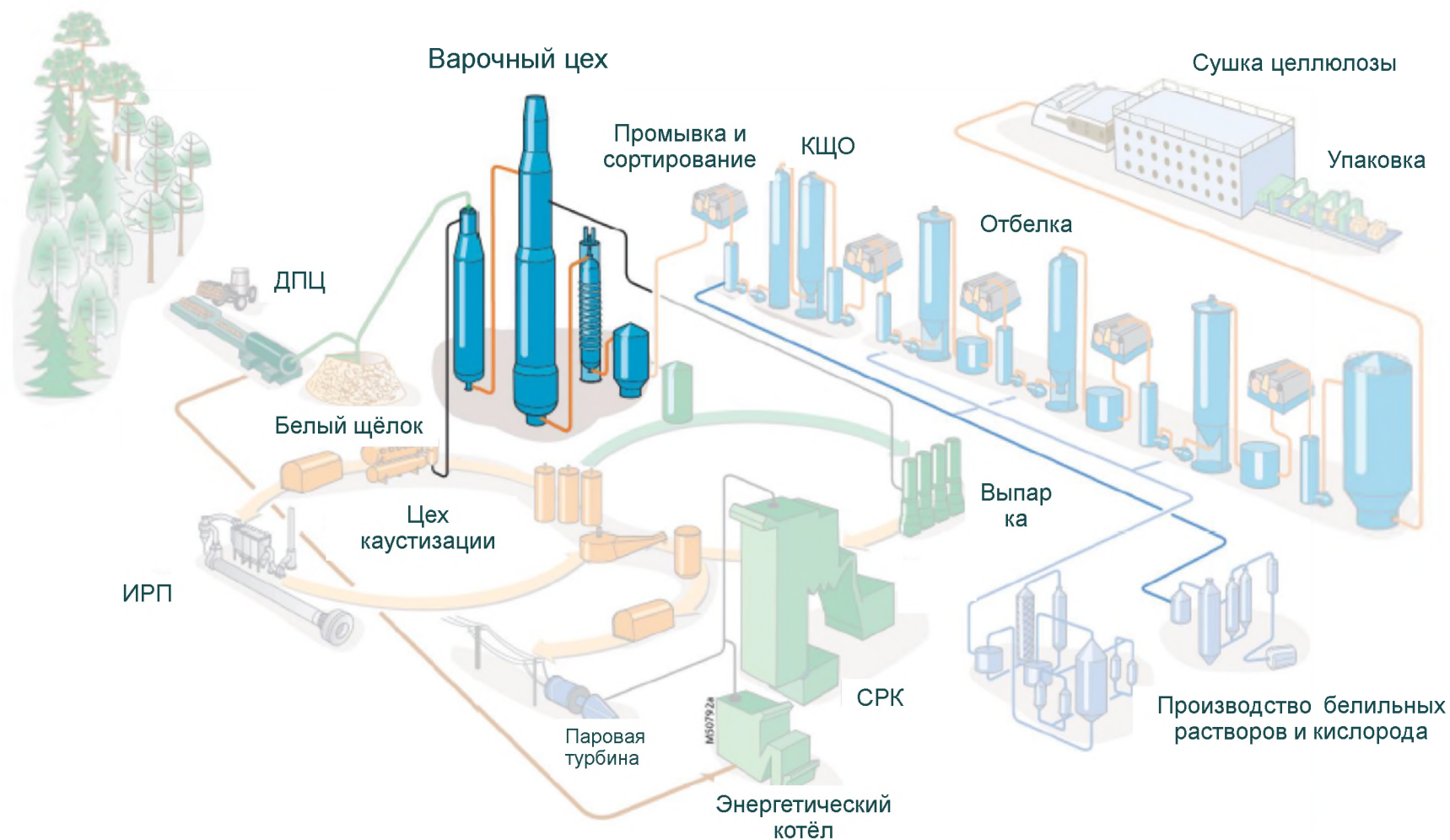
Побочный продукт реакции – кислород.

Фотосинтез - прекрасный пример организации природой безотходного производства, или с научно правильным использованием ресурсов!

Производительность этого уникального мирового производства огромна. Так если общее количество биомассы на Земном шаре составляет более 1800 млрд. тонн, то её ежегодный прирост оценивают в 190 млрд. тонн, из которых на древесину приходится 40 млрд тонн



# Производство сульфатной белёной целлюлозы



## Аксиома бизнеса

- На первом месте стоит качество, а затем низкие издержки производства, поскольку политика, направленная только на поддержание низких производственных затрат, практически никогда не позволяет получить продукцию высокого качества.
- Политика производства, сфокусированная на достижении высокого качества продукции, приводит к снижению издержек.

## Вывод

Материальные издержки производства - потенциальные отходы, попадающие в природу, и дополнительные потери выпуска товарной продукции.

# Техническая и экологическая политика предприятий ЦБП в настоящее время

- Решение экологических проблем находится в основной технологии производства
- Высокие технологические стандарты НДТ в каждом звене производственной цепи уменьшают нагрузку на природу и *снижают производственные издержки*.

Таким образом, наблюдается баланс интересов, когда цели бизнеса и защиты природы совпадают. К сожалению, это бывает не всегда и определяется «ценой вопроса».

В любом случае бизнес заинтересован в снижении материальных затрат, что и определяет перспективу перехода предприятий на НДТ уровня 1995г.

# Современный вектор развития ЛПК в РФ

1. Строительство новых производственных мощностей в «чистом поле» отсутствует. Развитие ЦБП происходит на существующих производственных площадках, на которых строятся новые технологические линии полного цикла от подготовки щепы до упаковки товарной продукции.
2. Лесопромышленный комплекс перерабатывает 60% биомассы заготовленной древесины. Требуется структурная модернизация для переработки 100% биомассы, что обеспечит увеличение прибыли в два раза и повысит вклад в ВВП страны.
3. Использование наилучших доступных технологий (НДТ) во всех звеньях производственной цепи *в сегменте ЦБП, механической обработки древесины, и сегменте лесохимии* позволит использовать 100% заготовленной древесной биомассы для производства предприятиями лесного кластера продукции с высокой добавленной стоимостью и минимальными издержками.

### **3. Стратегия развития ЛПК до 2030 г, предложенная Минпромторгом РФ**



# «Стратегия развития лесопромышленного комплекса до 2030 года», подготовленная Министерством промышленности и торговли РФ

В проекте «Стратегии развития...»[8], подготовленной Министерством промышленности и торговли РФ, заложено:

- увеличение заготовки деловой древесины до 309 млн. м<sup>3</sup> и экспорт в Китай, Швецию и Финляндию 22 млн. м<sup>3</sup> круглого леса ежегодно;
- увеличение производства товарной целлюлозы до 20,6 млн. тонн, из них на экспорт направить 10,6 млн. тонн, или 50%.

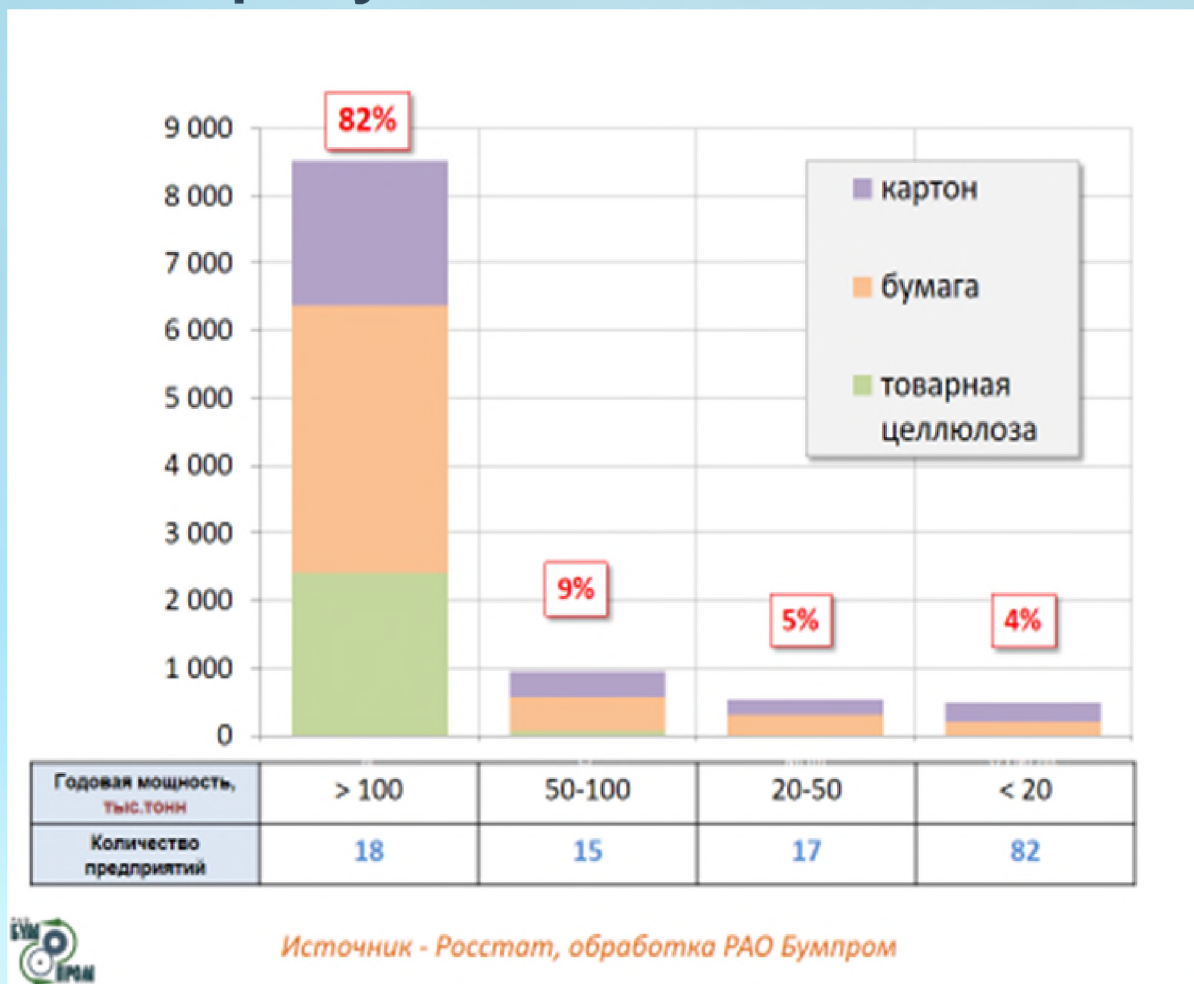
*ПРИМЕЧАНИЕ: Суммарно за 13 лет будет вырублено и поставлено на экспорт порядка 280 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины, что составит 125% от годового объёма заготовки в стране в 2016 г. За эти годы в лесной кладовой России будет проведена сплошная вырубка с лесопокрытой площади суммарно в квадрате 130 × 130 км. Как здесь не вспомнить Петра I и его повеление Сенату о запрете свободной торговли на поташ и смолу, производство которых оставалось под казённым ведомством ради «сбережения лесов от излишней утраты».*

*Проданная за рубеж деловая древесина обеспечит сверхприбыль зарубежным партнёрам, поскольку, купив деловой древесины на 4,7 млрд. долларов, они произведут продукции в стоимостном выражении не менее чем на 23,5–47 млрд. долларов.*

## Выводы:

1. По данному проекту «Стратегия развития ЛПК до 2030г» РФ остаётся только экспортёром дешёвого круглого леса и волокнистого сырья, а не производителем конечных видов продукции, которые дают прибыли в разы больше.
2. Развитие лесохимических производств «Стратегия...» не рассматривает и, следовательно, не будет комплексной переработки всей биомассы заготовленной древесины.

## Структура предприятий ЦБП России и производство продукции в 2018 г. тыс. т



## **Характеристика производственных мощностей предприятий ЦБП в Российской Федерации**

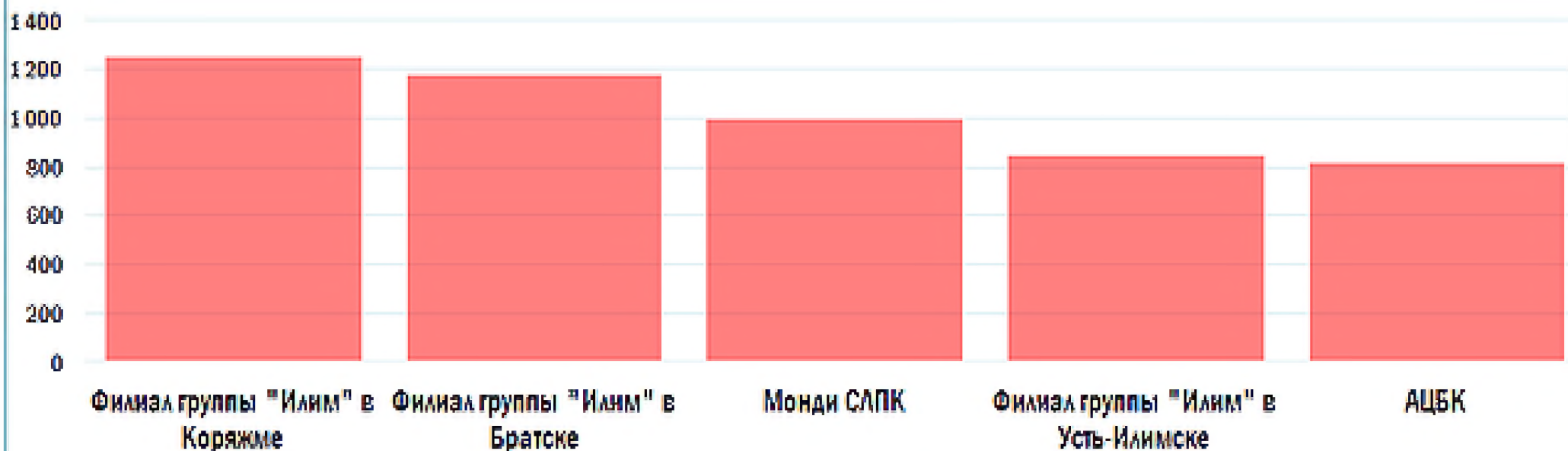
В Российской Федерации пять крупнейших производителей целлюлозы: филиалы АО «Группы «Илим»» в г. Коряжме (1,3 млн. т), в г. Братске (1,2 млн. т), и в г. Усть-Илимске (0,82 млн. т), АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (1,0 млн. т) и АО «Архангельский ЦБК» (0,8 млн. т). В 2017 г. после завершения модернизации на АО Сегежский ЦБК (входит в состав Segezha Group корпорации АФК Система) объём варки целлюлозы превысил 400 тыс. т в год, тогда как остальные целлюлозные предприятия России имеют производительность от 50 до 100 тыс. т

# Состояние производственной базы ЦБП России

Пятерка крупнейших производителей целлюлозы в России

за 2016 г.

тыс. тонн



Национальное Лесное Агентство Развития и Инвестиций | [WWW.NLARI.COM](http://WWW.NLARI.COM)

# **Проблемы внедрения НДТ на небольших сульфитцеллюлозных предприятиях**



## **Введение**

Германия является ведущим производителем бумаги в Европе. Однако с производством целлюлозы ситуация выглядит иначе. Начиная с 1950-х годов в Германии не было построено ни одного целлюлозного завода. В 2003 году на пяти сульфитцеллюлозных заводах Германии производили 850 000 тонн целлюлозы (порядка 170 000 т одним предприятием) при годовой потребности внутреннего рынка примерно 4,5–5 млн тонн. И вот в 2004 запущен первый сульфатцеллюлозный завод в Германии – Zellstoff Stendal GmbH, с производственной мощностью 550 000 тонн беленой целлюлозы. Инвестиции составили 1 млрд евро, срок окупаемости завода 15 лет при жизненном периоде предприятия 30-40 лет.

Нужно отметить, что в Германии установлены очень жесткие экологические стандарты на эмиссию вредных выбросов. Однако, по мнению немецких специалистов, технологический прогресс и постоянное ужесточение экологических норм по истечении 30-40 лет потребуют инвестиции в модернизацию оборудования, которые могут достичь уровня, превышающего уровень затрат на строительство нового предприятия.

## История вопроса

В 1960-ые годы общей практикой сульфитных заводов был сброс отработанных варочных щелоков в прилегающие водные бассейны. В эти годы небольшие заводы в Северной Америке и Европе работали с достаточно высокой прибылью, которая позволяла использовать свежие химикаты на варку и закупать необходимую электрическую и тепловую энергию. Известно, что отработанный сульфитный варочный щёлок является токсичным для водных микроорганизмов и вызывает очень высокое биохимическое потребление кислорода попадая в водоём. Поэтому к концу 1960-х гг. стало очевидным, что в самое ближайшее время общественность запретит прямой сброс отработанных щелоков. Сульфитным предприятиям, помимо экологических проблем, ощутимый удар в начале 1970-х годов нанёс мировой энергетический кризис, который резко увеличил стоимость энергии. Сульфитные заводы впервые столкнулись с проблемой закрытия производства или увеличением его объёма для установки систем регенерации химикатов (это существенные капитальные затраты и дополнительные производственные расходы), которые дают производству часть необходимой энергии от сжигания органической веществ щёлока и прекращают сброс щелоков в водные бассейны. Скандинавские заводы первыми стали сжигать щелока для получения энергии.



Ещё одна проблема сульфитного способа – переработка только малосмолистых древесных пород - ели и пихты, поскольку при кислотном процессе смолистые вещества не растворяются и вызывают так называемые «смоляные затруднения», тогда как сульфатный способ варки в щелочной среде лишён данного недостатка и перерабатывает любые древесные породы.

Помимо ограничений породного состава древесины, используемого на варку сульфитным способом, у неё хуже бумагообразующие свойства, чем у сульфатной, волокна которой относительно меньше укорачиваются при размоле и дают более сомкнутый и менее прозрачный лист. Кроме того, продолжительность сульфитной варки на 2-3 часа больше, чем у сульфатной. Следовательно, оборот варочного котла при периодической сульфитной варке больше, и соответственно, суточная и годовая производительность с  $1\text{м}^3$  объёма котла в два раза ниже, чем у сульфатной периодической варки и совершенно не сравнима с непрерывным способом.

Этот показатель исключительно важен, поскольку производство целлюлозы капиталоемкое, и более высокая производственная мощность имеет короче срок окупаемости проекта.

## Пример принятия решений

В 1970-е годы резко увеличилась стоимость производства целлюлозы, выросли капитальные затраты на строительство целлюлозных заводов, а также требования к охране окружающей среды. Особенно это коснулось сульфитной целлюлозы, что способствовало сокращению её производства и быстрому внедрению нового способа производства волокнистого полуфабриката – термомеханической массы (ТММ), взамен сульфитной целлюлозы в композиции бумаги. Высокие механические свойства ТММ позволили частично или полностью заменить целлюлозу в композиции некоторых массовых видов бумаги. По сравнению с другими видами древесной массы ТММ содержит большее количество длинных волокон, благодаря размягчению щепы в процессе её предварительной пропарки. Этот технологический элемент повышает физико-механические свойства полуфабриката, что увеличивает прочность бумажного полотна во влажном состоянии, повышает безобрывность работы БДМ и печатных станков. Кроме того, производство ТММ характеризуется незначительными выбросами в окружающую среду и низкими в 4-6 раз меньшими удельными капитальными затратами: 50 тыс.\$ на 1 т ТММ, вместо 200-300 тыс. \$/т суточной мощности целлюлозного завода (цены 1975 г).

Это обеспечило исключительно быстрое распространение производства ТММ. Если в 1968г. имелась 1 промышленная установка мощностью 30 тыс./год, то в конце 1970-х годов во всём мире работали 89 установок, которые производили 6 млн. т ТММ : 55 установок получали массу для газетной бумаги, 20- для различных видов печатной бумаги (журнальной, офсетной, основы для мелования, бумаги для справочников и т.п.), 4- для санитарно-бытовых видов бумаги, и только 6 установок производили товарную ТММ [16]. В качестве сырья для производства ТММ используют хвойные породы древесины: ель, сосну, гемлок, бальзамическую и дугласову пихту, отходы лесопиления. ТММ из лиственных пород древесины используют для производства картона, журнальной, писчей, печатной, газетной бумаги и пушонки.

Первая промышленная установка ХТММ по производству 375 т/сут и выходом массы 90-92%, поставленная фирмой «Дефибратор» начала работать в 1978 г. в Канаде на заводе «Ко Канадиан Интернэшнл Пейпер» г. Гатино, провинция Квебек. Удельный расход энергии на производство ХТММ составляет 1340 кВт•ч/т. Использование ХМММ в сочетании с ДДМ в производстве газетной бумаги сократило в композиции содержание полубелёной сульфатной целлюлозы с 17 до 6%. Началась эра механической масс.

## Существо модернизации и результат

Рассмотрим практику модернизации крупнейшего в мире завода по производству бисульфитной целлюлозы на магниевом основании фирмы Стура в г. Нюмелла (Швеция) производит 265 тыс. т в год целлюлозы на этом заводе с конца 1987 г. применяют метод «быстрого нагрева котла и быстрого вытеснения горячего щёлока с последующей холодной выдувкой», разработанный компанией Билойт (США), что сократило время варки на 30 минут. После окончания варки отработанный раствор с температурой 130-155°C вытесняют в аккумулятор горячего щёлока, но сначала он проходит теплообменник, где нагревает новый варочный раствор. Часть горячего щёлока подают в котёл на начало варки, а остальную часть упаривают в выпарной установке до 65% а.с.в.. В котёл после вытеснения горячего отработанного раствора подают промывной фильтрат и выдувают массу с температурой 90°C. Упаренный щёлок сжигают и из дымовых газов в электрофильтрах выделяют оксид магния. Затем дымовые газы используют для сушки коры, которую сжигают в энергетических котлах. Новый метод варки дал значительную экономию пара, повысилась степень регенерации диоксида серы за счёт промывки в котле, поскольку целлюлоза промывается лучше. Эффективность промывки небелёной целлюлозы достигает 98%. Стоки предприятия проходят биологическую очистку. Если в 1970 г. завод производил 115 тыс. т целлюлозы и расходовал 30 тыс. т мазута, то в конце 1980-х гг. при увеличении производства в 2,3 раза до 265 тыс. т расход мазута стал в 10 раз меньше - 2-3 тыс. т., благодаря внедрению энергосберегающих технических решений. Нужно отметить, что два потока производства целлюлозы обслуживают 30 рабочих.



### **Состояние предприятий в РФ и перспектива перехода на НДТ.**

Отечественные предприятия имеют низкий технический уровень, поскольку, 2/3 заводов построены более 50 лет назад и не подвергались необходимой реконструкции. Это привело к тому, что из 100% сульфитных щелоков только 12% сжигаются, и на подавляющем большинстве предприятий промывка целлюлозы осуществляется по отсталой технологии в сцежах с крайне низкой степенью отбора щелоков чуть более 60%. Отсутствуют или недостаточна мощность выпарных установок для получения жидких лигносульфонатов, отсутствует их сбыт в полном объёме. Очистные сооружения отсутствуют на 19 предприятиях. Перечисленные недостатки – основные причины загрязнения водоёмов, низкой энергоэффективности и высоких производственных затрат на отечественных предприятиях. Кроме того, из представленных данных ясно, что для окупаемости проекта реконструкции по аналогии с предприятием в Швеции потребовалось увеличить производственную мощность завода на 150 тыс. т до 265 тыс. т целлюлозы в год. Это подтверждают и расчёты отечественных экономистов, в частности Бегунова Юрия Робертовича (1995 год), которые показывают, что превышение суммы прибыли от реализации товарной продукции над себестоимостью производства достигается лишь при объёме выпуска целлюлозы более 230-250 тыс. т в год. Если рентабельность производства к себестоимости продукции составит 30%, и рентабельность к фондам 12%, то в этом случае минимальный срок окупаемости капитальных вложений 9 лет.

## **Вывод:**

1. Для 50% отечественных сульфитцеллюлозных предприятий со средней мощностью 30 тыс. т/год, экономическая и экологическая ситуация заставят закрыть сульфитное производство с перепрофилированием его на производство древесной массы или другие виды продукции, необходимые на рынке.

2. Для крупных сульфитцеллюлозных предприятий возможен переход на НТД на примере завода фирмы Стура.

3. Нужна государственная программа развития ЛПК по переработке всей биомассы заготовленной древесины. В рамках этой программы разработать механизм государственный кредитной поддержки для оказания помощи небольшим сульфитным предприятиям для перепрофилирования актива без создания социальной напряжённости.

## Заключение

Возможно, будущие поколения специалистов не без иронии оценят ныне существующие производства технической целлюлозы, так же как сегодня мы оцениваем производство щёлочи за счёт сжигания лесов. Нет сомнения, что накопление новой суммы знаний во всех областях науки и техники даст импульс для смены существующей технологической парадигмы. В частности, одним из перспективных источников целлюлозы взамен древесины могут стать, например, цианобактерии, обладающие генетической способностью синтезировать целлюлозу, которые могут будут «заняты» на производстве целлюлозы и других, получаемых из дерева материалов, что сократит объём вырубki лесов.



# Список использованной литературы:

1. Лесной фонд России. 2003. URL: [http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/downloads/FSA2003/TABL5ru.xls](http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/downloads/FSA2003/TABL5ru.xls).
2. Киприанов А. И. Комплексная переработка древесины // Лесопромышленный комплекс России XXI века: тезисы докл. Четвертого междунар. форума. 15–19 окт. 2002 г. СПб., 2002. С.171–174.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства: справ. матер.: в 3 т. Т. 1, ч. 1. СПб.: Изд-во С.-Петербур. гос. лесотех. акад., 2002. 425 с.
4. Кряжев А.М., Заварицкий А.Д., Белов Е.Г. Леса в жизни человечества: вчера, сегодня, завтра. Аналитический обзор литературной информации. ООО «Адвис плюс», Вып.1, 2017.-246С.
5. Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных по видам экономической деятельности в Российской Федерации (млн. руб.). URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/otgruzka\\_CDE.xls](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/prom/otgruzka_CDE.xls).
6. Кряжев А.М., Белов Е.Г. Комплексная переработка древесного сырья – основа развития регионов// Целлюлоза. Бумага. Картон. –2015. - № 4. - С. 54-58
7. Утилизация золы котельных, работающих на древесном топливе / сост. Составитель Норберт Вильдбахер / Norbert Wildbacher. Минск: Глобал. экол. фонд; Правительство Республики Беларусь, 2007. URL: <http://docplayer.ru/26228887-Utilizaciya-zoly-kotelnyh-rabotayushchih-na-drevesnom-toplive.html>.
8. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. М.: Мин-во пром-сти и торговли РФ, 2017. 39 с. URL: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project\\_les2030\\_20102017.pdf](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_les2030_20102017.pdf).
9. Менделеев Д. И. Уральская железная промышленность в 1899 г. // Менделеев Д. И. Сочинения: в 25 т. Т. 12. Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1949.
10. "Новая газета" от 7 июня 2007 г.
11. Китай планирует к 2025 году в полтора раза увеличить объёмы производства ЛПК // ЛЕСПРОМ, №2, 2019 (140).с.11  
lesprominform.ru

**Спасибо за внимание!**