|  |
| --- |
|  |

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (СПбГУ) Институт Наук о Земле

Кафедра экологической безопасности и устойчивого развития регионов

**Попова Надежда Сергеевна**

**Отработка подходов оценки жизненного цикла по критериям экологической безопасности для мебели на примере продукции IKEA Industry**

Выпускная квалификационная работа По направлению 05.04.06 «Экология и природопользование» Образовательная программа магистратуры ВМ 5531 «Экологический менеджмент»

Научный руководитель:

к.э.н. Хорошавин А. В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019

Заведующий кафедрой:

к.г.н., доцент Федорова И. В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019

Санкт-Петербург 2019

Содержание

[Введение 3](#_Toc9783676)

[Глава 1. Обзор существующих методов обеспечения экологической безопасности продукции 5](#_Toc9783677)

[1.1 Обзор основных понятий 9](#_Toc9783678)

[1.2 Анализ нормативной документации в области оценки жизненного цикла 12](#_Toc9783679)

[Глава 2. Адаптация подходов оценки жизненного цикла для мебельной продукции IKEA Industry 18](#_Toc9783680)

[2.1 Информация об исследуемом объекте оценки жизненного цикла – мебельной продукции предприятия «IKEA Industry» 18](#_Toc9783681)

[2.1.1 Характеристики предприятия 18](#_Toc9783682)

[2.1.2 Корпоративный стандарт IWAY, как инструмент управления экологической безопасностью выпускаемой продукции 21](#_Toc9783683)

[2.2 Отработка подходов оценки жизненного цикла по критериям экологической безопасности 28](#_Toc9783684)

[2.2.1 Определение цели и области исследования оценки жизненного цикла 28](#_Toc9783685)

[2.2.2 Инвентаризационный анализ. Сбор данных. Определение входных и выходных потоков в исследуемой системе 33](#_Toc9783686)

[2.2.3 Оценка воздействия, анализируемого продукта, на окружающую среду 45](#_Toc9783687)

[2.2.4 Интерпретация результатов оценки 57](#_Toc9783688)

[Глава 3. Создание чек-листа для проведения оценки жизненного цикла мебельной продукции 60](#_Toc9783689)

[Заключение 67](#_Toc9783690)

[Список используемой литературы: 69](#_Toc9783691)

[Приложение 1 73](#_Toc9783692)

[Приложение 2 75](#_Toc9783693)

# Введение

Современный потребитель озабочен экологической безопасностью потребляемой продукции. Общепризнанным подходом определения, насколько тот или иной продукт экологически безопасен, является оценка жизненного цикла продукта.

Для оценки воздействия на окружающую среду продукции необходим отличный инструмент, чем процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) для объектов строительства и предприятий, в силу того, что воздействие является суммарным от различных этапов: начиная разработкой продукции и заканчивая ее утилизацией после использования.

Также стоит отметить, что для разных видов продукции применение данных подходов может иметь разные масштабы и в каждом случае подходы ОЖЦ должны быть адаптированы к конкретной модели производства, потребления и утилизации. Именно поэтому так важно получить опыт применения метода ОЖЦ для как можно большего количества разнообразных видов продукции, который послужит в будущем платформой для повсеместной практики анализа изготавливаемой продукции при помощи подходов ОЖЦ. Целью работы является – адаптация подходов ОЖЦ по критериям экологической безопасности для мебельной продукции, на примере предприятия IKEA Industry.

Для достижения цели, поставлены следующие задачи:

1. Обзор существующих стандартов, касающихся оценки жизненного цикла продукции по критериям экологической безопасности;
2. Сбор и анализ информации об объекте исследования (мебельная продукция предприятия IKEA Industry);
3. Применение подходов оценки жизненного цикла по критериям экологической безопасности;
4. Создание чек-листа для мебельной продукции, изготовленной из цельной древесины;

# Глава 1. Обзор существующих методов обеспечения экологической безопасности продукции

«Экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий (Федеральный закон № 7, 2002 г.). Следовательно, экологически безопасная продукция это та, которая на протяжении своего жизненного цикла наносит минимальный вред человеку и окружающей среде. Для ее обеспечения разработан ряд методологий.

В настоящее время существуют следующие методы обеспечения экологической безопасности путем управления окружающей средой:

1. Оценка риска;
2. Оценка экологической эффективности;
3. Экологический аудит;
4. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС);
5. Оценка жизненного цикла (ОЖЦ).

Практически все организации сталкиваются с необходимостью оценки риска для снижения количества опасных событий и достижения поставленных целей. «Оценка риска является частью процесса менеджмента риска и представляет собой структурированный процесс, в рамках которого идентифицируют способы достижения поставленных целей, проводят анализ последствий и вероятности возникновения опасных событий для принятия решений о необходимости обработки риска» (ИСО 31010, 2011 г.). Риск, по ИСО 14001, является влиянием неопределенности. Причем риск может выражаться как в негативном отклонении от ожидаемого результата (риске), так и в положительном (иначе возможности). Оценка риска позволяет ответить на следующие основные вопросы:

- какие события могут произойти и их причина (идентификация опасных событий);

- каковы последствия этих событий;

- какова вероятность их возникновения.

Кроме того, оценка риска помогает ответить на вопрос: является уровень риска приемлемым, или требуется дальнейшая обработка?

«Оценка экологической эффективности – процесс управления, использующий ключевые показатели эффективности таким образом, чтобы выполнять сравнение прошлой и настоящей экологической эффективности организации с ее экологическими целями и задачами» (ИСО 14031, 2016 г.). Информация, полученная в ходе такой оценки, помогает организации в следующем:

- идентифицировать экологические аспекты и определить, какие из них считать наиболее важными;

- поставить цели и определить задачи по улучшению экологической эффективности и в соответствии с этими целями и задачами оценить эффективность;

- определить возможности для лучшего управления экологически аспектами;

- выявить тенденции, связанные с эффективностью экологической деятельности.

«Экологический аудит, по ИСО 19011, это систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита» (ИСО 19011, 2012 г.). Основными функциями экологического аудита являются:

- определение соответствия деятельности организации экологическому законодательству и декларированной ими политики в сфере охраны окружающей среду;

- определение эффективности системы экологического менеджмента организации;

- обеспечение защиты персонала организации, местного населения и окружающей среды от возможных вредных воздействий;

- анализ возможности возникновения экологических аварий;

- определение реального влияния организации на окружающую среду.

«Оценка воздействия на окружающую среду – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» (Федеральный закон № 7, 2002 г.). Результатами процедуры ОВОС являются («Приказ Госкомэкологии РФ № 372, 2000 г.):

- информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду намеченной деятельности, альтернативах ее реализации, оценке экологических и связных с ними социально-экономических и иных последствий этого воздействия и их значимости, возможности минимизации воздействия;

- выявление и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, касающихся намечаемой деятельности;

- решения заказчиков по определению альтернативных вариантов реализации намеченной деятельности (в том числе о месте размещения объекта, о выборе технологий и иные) или отказа от нее с учетом результатов проведенной оценки воздействия на окружающую среду.

И существенно отличающийся от всех предыдущих методов обеспечения экологической безопасности является метод оценки жизненного цикла (ОЖЦ). «ОЖЦ это сбор информации, сопоставление и оценка входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции» (ИСО 14040, 2010 г.). Назначение метода ОЖЦ заключается в следующем:

- улучшение экологических аспектов продукции в различные моменты ее жизненного цикла;

- принятие решений в промышленных, государственных или негосударственных организациях (например, при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании и перепроектировании продукции или процесса);

- выбор соответствующих показателей экологической эффективности, включая методы измерений;

- маркетинг (например, при заявлении об экологическом иске, связанном с системой экологической маркировки или декларацией об экологической чистоте продукции).

Научный интерес представляет собой отработка подходов оценки жизненного цикла продукции. Так как именно этот метод управления экологической безопасностью продукции, включает в себя анализ воздействия продуктом на окружающую среду, не только на производственной территории, а еще и за ее пределами, уделяя внимание таким стадиям жизненного цикла продукции как: сырье, транспортировка, эксплуатация и утилизация.

## 1.1 Обзор основных понятий

Для лучшего восприятия материала данной работы, введем основные понятия, характерные для применения подходов ОЖЦ.

В первую очередь, оценке подвергается жизненный цикл продукции. В соответствии с определением, данным в ИСО 14040, «жизненный цикл (life cycle) – это последовательные и взаимосвязанные стадии системы жизненного цикла продукции от приобретения или производства из природных ресурсов или сырья до окончательного размещения в окружающей среде».

Под понятием продукция подразумеваются любые товары или услуги. В свою очередь услуги могут иметь как материальные, так и нематериальные элементы.

В изучении ОЖЦ существует четыре основных стадии:

1. Стадия определения целей и области исследования;
2. Стадия инвентаризационного анализа;
3. Стадия оценки воздействия;
4. Стадия интерпретации.

Разберемся с определениями каждых стадий, для понимания того, что каждая из них в себя включает.

Цель проведения ОЖЦ устанавливает ее предполагаемое применение, причины проведения исследования, предполагаемую аудиторию, а также возможность использования результатов для сравнительных утверждений, с целью информирования общественности. Область исследования устанавливается в соответствии с тем, чтобы результаты исследования были достаточными для достижения установленных целей.

«Инвентаризационный анализ жизненного цикла (ИАЖЦ) (life cycle inventory analysis (LCI)) – это стадия ОЖЦ, включающая сбор информации и количественную оценку входных и выходных потоков для продукции на всем протяжении ее жизненного цикла» (ИСО 14040, 2010 г.).

«Оценка воздействия жизненного цикла (ОВЖЦ) (life cycle impact assessment (LCIA)) – стадия ОЖЦ, направленная на уяснение и оценку величины и значимости возможных воздействий на окружающую среду для системы жизненного цикла продукции на всем протяжении жизненного цикла продукции» (ИСО 14040, 2010 г.).

«Интерпретация жизненного цикла (life cycle interpretation) – это четвертая стадия ОЖЦ, в которой результаты инвентаризационного анализа и оценки воздействия, или их сочетания, оцениваются по отношению к установленным целям и области исследования для получения заключений и выработки рекомендаций» (ИСО 14040, 2010 г.).

Для моделирования жизненного цикла продукции применяется «система жизненного цикла продукции (product system), которая представляет собой совокупность единичных процессов с элементарными потоками и потоками продукции, выполняющую одну или несколько определенных функций» (ИСО 14040, 2010 г.).

«Функциональная единица (functional unit) – это количественно выраженная результативность системы жизненного цикла продукции, используемая в качестве единицы сравнения» (ИСО 14040, 2010 г.). Она определяет количественное значение идентифицированных функций (рабочих характеристик) продукта.

Рассматриваемая система жизненного цикла представляет собой совокупность единичных процессов. «Единичный процесс (unit process), наименьший элемент, рассматриваемый при инвентаризационном анализе жизненного цикла, для которого количественно определяются данных о входных и выходных потоках» (ИСО 14040, 2010 г.). Сам по себе процесс – это совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входные потоки в выходные потоки.

«Входной поток (input) – поток продукции, материалов или энергии, поступающий в единичный процесс» (ИСО 14040, 2010 г.).

Самым первым входным потоком в системе жизненного цикла является сырье. «Сырье (raw material) – это первичный или вторичный материал, используемый для производства продукции» (ИСО 14040, 2010 г.).

Так как система не может содержать в себе только один единичный процесс, в ее структуре присутствуют промежуточные потоки. «Промежуточный поток (intermediate flow) – поток продукции, материалов и (или) энергии между единичными процессами в исследуемой системе жизненного цикла продукции» (ИСО 14040, 2010 г.).

В свою очередь «промежуточная продукция (intermediate product) – выходной поток из единичного процесса, который является входным потоком в другие единичные процессы, требующий дальнейшего преобразования в рамках системы» (ИСО 14040, 2010 г.).

«Выходной поток (output) – поток продукции, материалов или энергии, выходящий из единичного процесса» (ИСО 14040, 2010 г.).

Выходными потоками сопутствующими промежуточный и основной продукт являются отходы, выбросы и сбросы. «Сбросы и выбросы в окружающую среду (releases and castes) – попадание газопылевой фазы в атмосферу и попадание жидкой фазы в воду, на почву и в недра», «отходы (waste) – вещества или предметы, от которых владелец имеет намерение или должен избавиться» (ИСО 14040, 2010 г.).

Чаще всего, система жизненного цикла производит не только один целевой продукт, но еще и сопутствующий ему. «Сопутствующая продукция (сопродукция) (co-product), это любой из двух или более видов продукции, получаемых в результате одного и того же единичного процесса или продукционной системы» (ИСО 14040, 2010 г.).

В данном случае, основной целью ОЖЦ продукции является выявление значимых экологических аспектов, влияющих на общую экологическую безопасность продукта. Поэтому важно иметь представление и о том, что это такое. «Экологический аспект (environmental aspect) – это элемент деятельности организации, продукции или услуги, который может взаимодействовать с окружающей средой» (ИСО 14040, 2010 г.).

В процессе отработки подходов ОЖЦ, будут применяться все вышеупомянутые термины.

## 1.2 Анализ нормативной документации в области оценки жизненного цикла

В 1969 г. Компанией «Кока-кола» было профинансировано одно из первых исследований ОЖЦ, проводимый «НИИ Мидвест» (США) для сравнения различных видов упаковки по двум критериям экологической безопасности: образование отходов и исчерпание природных ресурсов. НИИ Мидвест применяло методологию, получившую название - анализ ресурсов экологического профиля (REPA – Resource and Environmental Profile Analysis). Позднее, в 1974 г., НИИ Мидвест был разработан подобный проект, профинансированный Агентством по охране окружающей среды (США). Похожие исследования, в настоящее время, более известны как материальные балансы. (Damgaard A. , 2010).

Параллельно с США, подобными исследованиями занимались в Европе. Так, немецкий ученый В. Обербахер (B. Oberbacher) в 1972 г. проводил исследование экологического баланса упаковки для молочной промышленности. А швейцарский профессор Мюллер-Венк (Muller-Wenk) из университета Сант-Галлена создал концепцию «экологической бухгалтерии». Значимым событием стали результаты исследований Швейцарской федеральной лаборатории по тестированию материалов (EMPA) и Швейцарского федерального агентства по охране окружающей среды (BUS) по вопросам экологических параметров упаковки «Ecological report of packaging material», в которых был впервые упомянут термин ОЖЦ. В Шотландии, профессор биологии и экономики Патрик Геддес (Patrick Geddes), в середине 80-х годов, проводил ряд исследований энергоснабжения добычи каменного угля, способствующих появлению такого инструмента управления экобезопасностью продукта как инвентаризация (Damgaard A. , 2010).

А в 1993 г. Международная организация по стандартизации (ISO) и Общество экологической токсикологии и химии (SETAK) дали определение термину оценки жизненного цикла (LCA). (Damgaard A. , 2010).

В последние годы интерес к ОЖЦ еще более возрос, этому послужило быстрое развитие технологического обеспечения и создания обширных баз данных. Все большее количество разноплановых организаций используют подходы ОЖЦ в принятии решений и в разработках их дальнейшего развития, как на уровне выпускаемой продукции, так и целых секторов экономики.

В связи с появлением множества разнообразных методологий и программных продуктов для применения ОЖЦ, появилась проблема сравнения результатов оценок разных исследований, из-за отсутствия общей единой методологии и критериев оценки. Для разрешения существующей проблемы была разработана серия Международных стандартов ИСО 14040 – 14043, с помощью которой была унифицирована методология ОЖЦ и появилась возможность для сравнения результатов разных исследований (Guinée J.B., 2002).

ОЖЦ относится к итеративным методам, что означает, что все исследования проводятся параллельно с непрерывным анализом полученных результатов, а также коррекцией предыдущих этапов. Такой подход позволяет достичь более осознанного анализа исследуемой системы и более глубокой проработки отдельных вопросов. Единая методология для применения подходов ОЖЦ регламентируются стандартами ISO.

Принципы и структура подходов ОЖЦ представлена в международном стандарте ISO 14040: 2006 «Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework». Данный стандарт имеет российский аналог в виде национального стандарта Российской Федерации: ГОСТ Р ИСО 14040 – 2010 « Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура».

Также, тематике ОЖЦ посвящены стандарты: ISO 14041:1998 «Environmental management. Life cycle assessment. Goal and scope definition and inventory analysis»; ISO 14042:2000 «Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle impact assessment»; ISO 14043:2000 «Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle interpretation»; которые также, в свою очередь, имеют идентичные версии национальных стандартов для Российской федерации.

Стандарт ИСО 14040 – 2010 описывает общую структуру, принципы и требования проведению исследований ОЖЦ включая описание основных стадий ОЖЦ и отношения между стадиями. В данном стандарте даются все основные термины, которыми оперируют исполнители подходов ОЖЦ. В этом стандарте дается информация о перспективе жизненного цикла, которая заключается в рассмотрении целиком жизненного цикла продукции, начиная добычей и приобретением сырья и заканчивая окончательной утилизацией продукта, вышедшего из эксплуатации. В таком систематическом подходе, с учетом перспектив, выявляются возможности идентификации и/или исключения возможной экологической нагрузки между единичными процессами или звеньями цепочки жизненного цикла. Ограничениями же применения подходов ОЖЦ являются (Пахомова, 2003 г.):

1. Характер выбора и допущений, сделанных применительно к ОЖЦ (например, установление границ системы, выбор источников информации и категорий воздействий), может быть субъективным;
2. Модели, используемые для инвентаризационного анализа или ОВЖЦ, ограничены соответствующими допущениями и могут быть непригодны для всех потенциальных воздействий;
3. Результаты исследований ОЖЦ, сфокусированные на глобальных или региональных проблемах, могут быть непригодны для локального применения, т. е. локальные условия могут быть неадекватно представлены региональными или глобальными условиями;
4. Точность исследований ОЖЦ может быть ограничена степенью допустимости необходимой соответствующей информации или ее нехваткой, ее качеством, например пропусками, видами имеющейся информации, ее группировкой, усреднением, специфичностью для данного местоположения объекта;
5. Отсутствие пространственных и временных параметров в инвентаризационных данных, используемых для оценки воздействия, вносит неопределенность в результаты воздействий (это неопределенность меняется в зависимости от пространственных и временных характеристик каждой категории воздействий).

Также в стандарте ИСО 14040 отмечено, что подходы ОЖЦ находятся на стадии разработки, и некоторые их составляющие проходят этап становления. Необходимо проделать значительную работу и накопить практический опыт, чтобы ОЖЦ перешел к следующему уровню применения (Пахомова, 2003 г.).

Стандарт ИСО 14041 рассматривает две стадии ОЖЦ, а именно: цель и область применения исследований ОЖЦ; инвентаризационный анализ жизненного цикла. Цель исследования устанавливает, для чего будет выполняться ОЖЦ (включая целевое использование результатов), и описывает систему с категорией данных, подлежащих оценке. Назначение, область исследования и целевое использование результатов влияют на направление и глубину исследований, географическую протяженность, временные рамки, а также качество используемых данных.

Инвентаризационный анализ жизненного цикла включат в себя сбор данных, необходимых для исследования, а также инвентаризацию данных о входных и выходных потоках (ИСО 14041, 2000 г.).

Стандарт ИСО 14042 содержит рекомендации по проведению оценки воздействия на протяжении жизненного цикла продукта, т. е. оценки значимости возможных воздействий на окружающую среду, проводящейся по результатам предыдущего этапа ОЖЦ. Этап оценки воздействия считается самым сложным и спорным этапом ОЖЦ.

На данном этапе ОЖЦ важно упорядочить, полученные в процессе инвентаризации, экологические воздействия по категориям воздействий (например: потребление минеральных ресурсов и энергии; образование токсичных отходов; разрушение озонового слоя стратосферы; парниковый эффект; снижение биологического разнообразия; ущерб здоровью человека и др.). Далее следует провести количественную оценку каждой из категорий и сопоставить воздействия так, чтобы определить какое из них наносит наибольший урон окружающей среде (ИСО 14042, 2001 г.).

Заключительный в этой серии стандарт – ИСО 14043, в котором раскрывается этап ОЖЦ – интерпретации жизненного цикла, заключающий в себе разработку рекомендаций по минимизированию вредных воздействий на окружающую среду. Улучшение экологической безопасности продукции путем выполнения всех рекомендаций ОЖЦ, в конечном итоге повлечет за собой экологические и экономические преимущества (ИСО 14043, 2001 г.).

Помимо серии стандартов ИСО 14040 - 14043, вопрос о применении подходов ОЖЦ поднимается в стандарте ISO 14001:2015 "Environmental management systems - Requirements with guidance for use", который имеет аналог для Российской Федерации – ГОСТ Р ИСО «Система экологического менеджмента. Требования и руководство по применению». В этом стандарте содержится методология внедрения системы экологического менеджмента (СЭМ) в организацию. В составе данной методологии имеются рекомендации по определению экологических аспектов при помощи подходов ОЖЦ (ИСО 14001, 2016 г.).

Еще одним нормативным документом, имеющим отношение к ОЖЦ, является Международный стандарт ISO 14024:1999 «Environmental labels and declarations — Guiding principles». Имеющий русскоязычный аналог – ГОСТ Р ИСО 14024:2000 «Этикетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры». В стандарте рассматривают подходы ОЖЦ как инструмент формирования экологических критериев продукции включающих такие звенья жизненного цикла как добыча ресурсов, непосредственно производство, распределение, использование и изъятие продукции. В процессе первичной сертификации и ее подтверждения, производится аудит всех этапов жизненного цикла. Таким образом, обеспечивается прозрачность и доверительность при внедрении программ экологической маркировки (ИСО 14024, 2000 г.).

# Глава 2. Адаптация подходов оценки жизненного цикла для мебельной продукции IKEA Industry

## 2.1 Информация об исследуемом объекте оценки жизненного цикла – мебельной продукции предприятия «IKEA Industry»

В качестве исследуемого продукта, для которого применялись подходы ОЖЦ является раздвижной стол «СТУРНЭС», выпускаемый предприятием IKEA Industry.



Рисунок 1 – Стол «СТУРНЭС» размерами 201/247/293 × 105 см.

Раскладной обеденный стол на 6-10 человек. Две вкладные доски, хранящиеся под столешницей, легко и быстро регулируют размер стола. Все детали изготовлены из соснового массива. Поверхность стола выдерживает воздействие жидкостей и тепла, а также устойчива к пятнам, жиру, царапинам и ударам (www/ikea/com, 2019 г.).

### 2.1.1 Характеристики предприятия

Объектом ОЖЦ в данной работе является мебельная продукция предприятия IKEA Industry.

Общество с ограниченной ответственностью «IKEA Industry» располагается в Кировской области, Вятскополянском районе, пгт. Красная поляна. В 2009 году компания IKEA выкупила акции фабрики «Домостроитель» и стала полноправной владелицей промышленной территории. К основным видам деятельности предприятия относится: производство мебельных щитов и мебели из хвойного и лиственного массива, топливных брикетов (Павлова Т. М. ПЭК, 2016 г.).

Ассортимент выпускаемой продукции представлен следующими позициями: стол «Стурнес»; полка «Одстен»; полка «Екби Хемнес»; обеденный стол «Олмстад»; стол прикроватный «Хемнес»; стол кофейный «Хемнес»; топливные брикеты.

В исследовании, в качестве продукционных единиц, рассматривается стол «Стурнес» и топливные брикеты.

К основному производству ООО «IKEA industry» относится деревообрабатывающий комплекс, представленный в свою очередь (Павлова Т. М. ПЭК, 2016 г.):

1. Сушильно-складской комплекс (ССК) – включает в себя склад для хранения древесины и сушильную камеру – необходимую для достижения пиломатериалом необходимой влажности;
2. Деревообрабатывающее производств (ДОП) – включает в себя необходимые установки по подготовке древесины: раскройка по длине и ширине; шлифовальные установки; установки по удалению дефектов древесины; склеиванию досок и ламелей в щиты; переработка кусковых отходов в щепу; заточка режущих инструментов; транспортировка и складирование деталей мебели (погрузчики и электроштабелеры).
3. Производство отделки и комплектации мебели (ПОиКМ) – в данном цеху происходит покрытие готовых деталей красящими и лакировочными средствами; частичная сборка деталей; упаковка и транспортировка готовой продукции на склад.
4. Производство топливных брикетов (ПТБ) – дополняющий все производство цех, в котором древесный опил, образующийся на всех стадиях производства, смешивают с клеящим агентом и прессуют в топливные брикеты, которые являются отдельной единицей товарной продукции IKEA.

Помимо основного производства на территории предприятия находятся следующие вспомогательные производственные цеха (Павлова Т. М. ПЭК, 2016 г.):

1. Центр ремонта и обслуживания оборудования (ЦРиОО), где осуществляется ремонт и обслуживание оборудования основного и вспомогательного производства, а также инструментального участка – механическая обработка металла; заточка инструментов; сварка инструментов.
2. Склад горюче-смазочных материалов (ГСМ). В состав склада входит – хранилище нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо; масла). Хранение осуществляется в наземных резервуарах. Склад включает в себя небольшую АЗС – где производится отпуск нефтепродуктов.
3. Автомобильный гараж, где происходит осуществление автотранспортных перевозок, ремонт и обслуживание техники.
4. Центр материального снабжения (ЦМС), где происходит обеспечение производства сырьем и материалами; учет, хранение и выдача материальных ресурсов и готовой продукции, зарядка аккумуляторов.

В данной работе оценке будет подвергнут только деревообрабатывающий комплекс (основное производство) так как именно там производятся основные процессы, имеющие прямое отношение к исследуемому продукту.

### 2.1.2 Корпоративный стандарт IWAY, как инструмент управления экологической безопасностью выпускаемой продукции

Стандарт IWAY – это корпоративный стандарт IKEA, включающий в себя минимальные требования к состоянию окружающей среды, трудовым и социальным условиям в процессе закупки продукции, материалов и услуг. Утвержден советом IWAY, от 29 апреля 2016 года, выпуск 5.2. Данный стандарт является сборником правил для поставщика IKEA.

Стандарт основан на восьми основных соглашениях, определенных в Декларации Международной Организации Труда (МОТ) от 1988 г. «Об основополагающих принципах и правах в сфере труда». А так же на десяти принципах глобального договора ООН в Йоханнесбурге от 2000 г. IKEA признает фундаментальные принципы прав человека, определенные «Всеобщей декларацией прав человека» (ООН, 1948 г.).

В вопросе соответствия законодательным требованиям, стандарт призывает поставщиков IKEA всегда выполнять наиболее жесткие требования. В случаях, когда требования IKEA вступают в противоречие с местными законами или положениями, должны выполняться, в первую очередь, требования закона (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

Стандарт представляет собой перечень требований по следующим категориям:

1. Обязательные требования (IWAY musts);
2. Общие условия;
3. Деловая этика;
4. Окружающая среда;
5. Химические вещества;
6. Отходы;
7. Чрезвычайные ситуации и пожарная безопасность;
8. Охрана труда;
9. Прием на работу, рабочее время, оплата труда и льготы;
10. Жилье;
11. Детский труд и молодые работники;
12. Дискриминация;
13. Участие работников;
14. Притеснение, жестокое обращение и дисциплинарные взыскания.

Далее в работе рассмотрим только те пункты стандарта, которые имеют непосредственное отношение к экологической безопасности продукции.

*Пункт 1 Обязательные требования*

В этом пункте содержатся требования к тому, чтобы на этапе производства мебели отсутствовало значительное загрязнение окружающей среды. К значительным загрязнениям относятся те, для которых высока вероятность широкого распространения за пределы территории предприятия, а устранение их последствий очень сложно и дорогостояще (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

*Пункт 2 Общие условия*

Предприятие производитель, выпускающее мебельную продукцию под товарным знаком IKEA в стандарте IWAY имеет определение как поставщик. По требованиям стандарта, данный поставщик должен регистрировать всех субпоставщиков 1-го уровня (например, поставщиков сырья), вовлеченных в производство изделий, материалов и услуг для IKEA. Соответствие по данному требованию проверяется поставщиком в соответствии с объемом работ и графиком, согласованным со второй стороной контракта IKEA. Все получаемые результаты проверки должны быть задокументированы и переданы в центральный офис IKEA по требованию.

В данном пункте также содержатся требования по проведению внутреннего аудита. На предприятии должны быть реализованы прозрачные и надежные процедуры для обеспечения и проверки соответствия стандарту IWAY, разработаны соответствующие механизмы отчетности. Проверки (верификация) проводятся не реже одного раза в каждые 12 месяцев, а соответствующие записи хранятся 24 месяца (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

*Пункт 4 Окружающая среда*

В данном пункте идет речь о негативном воздействии на окружающую среду в процессе производственной деятельности предприятия. Отдельно по выбросам в атмосферный воздух, по шумовому загрязнению, по сбросам воды и загрязнению почв. В каждом подпункте содержатся требования по выполнению положений применимого законодательства относительно каждого воздействия, должны быть приобретены все необходимые разрешения и проведены лабораторные анализы. По сточным водам, требование проведения их должной очистки или передачи на внешние очистные сооружения. В случае эксплуатации установок по очистке сточных вод (УОСВ), предприятие должно осуществлять их обслуживание надлежащим образом, УОСВ должны подходить для тех видов и объемов стоков, которые генерируются в результате производственного процесса. Весь персонал, осуществляющий обслуживание УОСВ, должен обладать необходимой компетенцией. В отношении загрязненных почв, должны быть приняты неотложные меры. Возможные риски загрязнения почв должны быть исследованы и оценены. О каждом выявленном загрязнении предприятие должно сообщить соответствующим властным структурам и, в соответствии с их указаниями, принимать дальнейшие меры по устранению загрязнения.

На предприятии должна вестись отчетность по экологическим показателям производственной деятельности, которую ежегодно необходимо предоставлять в главный офис IKEA. В таком отчете обязательно должны содержаться требования по минимальному потреблению воды и энергии.

В одном из подпунктов данного раздела стандарта IWAY, является требование по непрерывному улучшению. Предприятие обязано проводить оценку текущего влияния производственной и хозяйственной деятельности на окружающую среду. Планы по сокращению вредного воздействия на окружающую среду должны быть задокументированы и периодически пересмотрены. В планы должны быть включены измеримые цели, распределение ответственности, конкретные действия и сроки. Полученные результаты таких действий должны быть задокументированы.

Последним подпунктом в этом разделе является обязательство нормативно-правового соответствия. Все применимое законодательство и нормативные акты, касающиеся воздействия на окружающую среду и ее защиты, но не охваченные в пунктах данной главы, также должны быть выполнены. Это включает без ограничений, экологическую классификацию, отчетность и проверки властных структур. Требуемые корректирующие действия по результатам таких проверок должны быть задокументированы и выполнены в установленные сроки. Данное требование по нормативно-правовому соответствию относится к каждому рассмотренному нами подпункту (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

*Пункт 5 Химические вещества*

На предприятии должен быть составлен, вестись и постоянно обновляться перечень всех химических веществ с действующими паспортами безопасности (MSDS), которые используют в производстве, эксплуатации или предоставлении услуг. Данное требование не распространяется на обычные чистящие химические вещества офисные материалы и другие химические вещества с минимальными, хорошо известными, рисками.

На предприятии должны выполняться документально оформленные процедуры, описывающие закупку, хранение, обращение и использование химических веществ, а также процедуры по действиям в чрезвычайных ситуациях связанных с химическими веществами. Работники, работающие с химическими веществами, обязаны иметь соответствующую квалификацию и до начала проходить соответствующее обучение обращению с химическими веществами. Предприятие должно иметь в наличии записи о прохождении его работниками инструктажей (с описанием программы инструктажа).

Хранение, обращение и транспортировка химических веществ должна осуществляться в условиях предупреждающих их утечку в воздух, почву или воду, исключающих риск воспламенения/взрыва и отвечающих требованиям техники безопасности. На участках хранения и на производственных участках, где используются химические вещества, должна быть размещена необходимая информация относительно рисков и безопасного применения этих веществ. Полы в помещениях для хранения химических веществ должны иметь твердую поверхность, не поглощающую химические вещества. Все наземные и подземные резервуары, содержащие опасные жидкости, должны находиться под контролем в целях предотвращения загрязнения и обеспечения раннего выявления утечек. Все емкости с химическим веществами должны быть должным образом маркированы этикетками с соответствующими и легкими для понимания пояснениями, достаточных для обеспечения осведомленности работников о содержимом емкостей (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

*Пункт 6 Отходы*

Предприятием должен быть составлен и вестись перечень опасных и безопасных отходов для обеспечения контроля их вида и количества. В данном перечне должен быть указан вид отхода, перечень постоянно обновляется. На предприятии выполняются документально оформленные процедуры по обращению, хранению, транспортировке, вторичной переработке и утилизации опасных и безопасных отходов. Данные процедуры должны предупреждать выбросы в воздух, сбросы в грунт и в воду, а также риски возгорания/взрыва. Процедуры должны обеспечивать здоровье и безопасность всех работников, и включать в себя процедуры действий в чрезвычайных ситуациях. Работники, работающие с отходами, обязаны иметь должную квалификацию и до начала работы проходить соответствующие обучение, записи о прохождении ими обучения задокументированы.

Хранение, обращение и транспортировка отходов должна осуществляться в условиях предупреждающих загрязнение почвы, воды и воздуха, а также риск воспламенения/взрыва. Отходы должны храниться отдельно в надлежащих условиях. Все зоны сортировки и/или хранения отходов должны быть маркированы, цистерны/контейнера/резервуары должны иметь соответствующие этикетки. Отходы должны быть отсортированы, и отправлены на вторичную переработку в объеме, в котором это возможно в соответствии с местными условиями и инфраструктурой.

Подрядчики по транспортировке, хранению и утилизации отходов должны иметь и предоставлять предприятию соответствующие местному законодательству лицензии. Опасные отходы не должны быть подвергнуты захоронению или сжиганию на производственном объекте (Корпоративный стандарт IWAY, 2016 г.).

В результате анализа корпоративного стандарта было отмечено, что его требования распространяются в основном на этап жизненного цикла мебели – производство. Частично требования распространяются на этап сырья (проектирования), имеющие отношение к лицензированным поставщикам. Также было отмечено, что пункты стандарта IWAY и их содержание очень схожи с международным стандартом ISO 14001, поэтому можно предполагать, что предприятие соответствующее всем требованиям внутреннего стандарта, в будущем плавно введет СЭМ и будет сертифицировано по стандарту ISO 14001 (таблица 1). А в дальнейшем подать заявку на экологическую маркировку своей продукции.

Таблица 1 – Сравнение требований стандарта IWAY с требованиями ISO 14001

|  |  |
| --- | --- |
| **Требования IWAY** | **Требования ISO 14001** |
| Пункт 2.1; 4.7; 5.6; 6.8; 7.8. Нормативно-правовое соответствие в разделах: общие условия, окружающая среда, химические вещества, отходы и чрезвычайные ситуации. | Пункт 6.1.3 Обязательства по соответствию. |
| Пункт 2.2 Ответственность за выполнение требований стандарта | Пункт 5.3 Роли в организации, ответственность и полномочия. |
| Пункт 2.3 Информирование субподрядчиков о требованиях стандарта | Пункт 7.4.3 Внешний обмен информации; пункт 8.1 (с) сообщение экологических требований внешним поставщикам. |
| Пункт 2.5 Информирование работников о требованиях стандарта | Пункт 7.3 Осведомленность; пункт 7.4.2 Внутренний обмен информации |
| Пункт 2.6 Внутренний аудит | Пункт 9.2 Внутренний аудит |
| Пункт 4.5 Экологические показатели и отчетность | Пункт 9.3 Анализ со стороны руководства |
| Пункт 4.6 Непрерывное улучшение | Пункт 10.3 Непрерывное улучшение |
| Пункт 5.2; 6.2 Процедуры обращения с химическими веществами и отходами | Пункт 7.5 Документирование информации |
| Пункт 5.3; 6.3; 7.3; 8.3 Компетентность, квалификация и обучение в разделах: химические вещества, отходы, ЧС и охрана труда | Пункт 7.2 Компетенция |
| Пункт 6.1; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4 Перечень отходов, а также информация по выбросам, шуму, сбросам и загрязнению почвы | Пункт 6.1.2 Экологические аспекты |
| Пункт 7.1 Планирование действий в чрезвычайных ситуациях | Пункт 6.1.4 Планирование; пункт 8.2 Готовность к аварийным ситуациям и реагированию на них |
| Пункт 8.1 Оценка рисков на рабочих местах | Пункт 6.1.1 Общие требования по планированию. Организация должны определить риски, относящиеся к ее экологическим аспектам. |
| Пункт 8.2 Происшествия и несчастные случаи. | Пункт 10.2 Несоответствия и корректирующие действия |

## 2.2 Отработка подходов оценки жизненного цикла по критериям экологической безопасности

### 2.2.1 Определение цели и области исследования оценки жизненного цикла

Цель исследования ОЖЦ должна однозначно указывать на целевое использование, причины исследования, а также, предполагаемого потребителя полученных результатов (согласно ИСО 14040, 2010 г.). Для установления цели ОЖЦ, были определены следующие параметры:

1. Назначение исследования – данное исследование направлено на выявление значимых экологических аспектов в жизненном цикле деревянной мебели. На каждый выявленный аспект будут разработаны рекомендации по снижению негативного воздействия ими, или же вовсе их исключение.
2. Причины проведения исследования – основной причиной исследования ОЖЦ мебели является принцип компании IKEA, который включает в себе постоянное улучшение. Еще одной причиной может послужить постоянно ужесточающееся российское законодательство в сфере экологии, а так как предприятие находится на территории Российской Федерации, оно должно подчиняться российским законам. Все экологическое законодательство имеет тенденцию к тому, чтобы мотивировать предприятия снижать вред окружающей среде в ходе их деятельности, а также расширять зону экологической ответственности производителей. Третей причиной может послужить перспектива внедрения на данном предприятии системы экологического менеджмента, обязательным условием которой является учет значимых экологических аспектов и постоянное совершенствование всех процессов.
3. Лица, которым будут предоставлены результаты исследования – с результатами исследований будет ознакомлен представитель компании IKEA Industry в лице начальника отдела EHS (Environmental Health Safety).
4. Возможность использования результатов исследования в сравнительных утверждениях, сообщенных общественности – так как данное исследование выполнено в качестве выпускной квалификационной работы магистранта, оно в будущем, при условии заинтересованности компании, может послужить одним из источников более обширного исследования, которое в свою очередь будет оглашено общественности.

В итоге главной целью ОЖЦ продукции деревообрабатывающего предприятия является достижение улучшения экологических показателей. Цель обоснована стремлением компании к постоянному улучшению (данное требование прописано в корпоративном стандарте IKEA – IWAY). В развернутом варианте цели ОЖЦ является достижение:

- уменьшение объема образующихся отходов и выбросов в атмосферу;

- снижение затрат на сырье за счет использования вторичного;

- создать чек-лист по критериям экологической безопасности для мебельной продукции.

Чтобы определить область применения ОЖЦ рассмотрим и точно опишем следующие составляющие:

*Система жизненного цикла продукции, которая будет исследована.* В систему включены основные этапы жизненного цикла продукта, это:

- этап проектирования и снабжения ресурсами;

- этап создания;

- этап упаковки;

- этап транспортировки;

- заключительный этап – утилизации готовой продукции.

*Определение функций и функциональных единиц, эталонных потоков.* Основной функцией исследуемого продукта является обеспечение комфортных условий для приема пищи, соответственно функциональной единицей выражающей результативность продукционной системы является готовая мебель (обеденный стол). В качестве эталонного потока в рассматриваемой продукционной системе, примем годовую производительность предприятия –220000 м3 выпускаемой продукции.

*Границы системы.* Включенные в продукционную систему единичные процессы определяют границы системы. Продукционная система была смоделирована таким образом, чтобы все входные и выходные потоки на ее границе были элементарными. Исследуемая система имеет границы, включающие следующие этапы жизненного цикла продукции (ИСО 14041, 2000 г.):

1 этап (Проектирование) – Проектируемая продукция должна быть легка в изготовлении, а также немало важно, при проектировании продумать использование по максимуму древесного сырья. На этапе проектирования определяются способы сборки и необходимые для них клеящие и лакокрасочные вещества.

2 этап (Сырье) – В этом этапе рассматривается информация о происхождении сырья (его качество; данные о поставщике; данные о способе доставки древесины; а также об используемой упаковке сырья)

3 этап (Производство) – На этом этапе будет проанализирован производственный процесс предприятия, включая стадии: сушки и выдержки пиломатериала; распила по длине; склейки и отделки готовых щитов; покрытия ЛКМ изделия; чистовой заделки; сборки, комплектации и упаковки. Помимо основного продукта, проанализированы образующиеся отходы, выбросы и сбросы в процессе создания мебели.

4 этап (Транспортировка) – Затронута транспортировка полуфабрикатов по территории предприятия, а так же транспортировка со склада торговой площадки.

5 этап (Потребление) – Включает выяснение гарантированного срока эксплуатации выпускаемой продукции.

6 этап (Рециклинг/Ремонт/Утилизация) – Возможное целевое использование мебели, отслужившей срок эксплуатации.

Эти определенные границы системы могут потребовать доработок в процессе оценки жизненного цикла.

*Описание категорий данных.* Основным источником информации для исследования жизненного цикла продукции послужила экологическая документация предприятия. Использование именно такого вида данных объясняется тем, что на территории предприятия отсутствует своя аккредитованная лаборатория. Из-за отсутствия специализированного оборудования и сертифицированного персонала, сбор данных непосредственно на производственной площадке был не возможен. Тем не менее, информации из экологической отчетности может быть недостаточно, в таком случае будут использованы справочные материалы и учебные пособия по соответственной тематике.

Для определения области исследования и включения в нее определенных входных и выходных потоков были приняты критерии экологической безопасности. Границы системы включают в себя входные потоки, способные нанести значительный вред окружающей среде (ИСО 14041, 2000 г.). Для принятия решения о включении того или иного потока в границы исследования, были приняты следующие показатели:

- изменение климата (выбросы парниковых газов);

- токсичность для человека;

- эвтрофикация;

- загрязнение почвенных покровов.

Для понимания достоверности результатов исследования важно предъявить требования к качеству используемых данных. К использованным источникам информации будут применены следующие параметры:

- охватываемый период времени – используемые данные должны быть не старше 5 лет, а минимальный промежуток времени был принят в 1 год (рассмотрена производительность предприятия на протяжении года).

- географическая протяженность - готовая продукция предприятия распространяется по всей территории РФ и за ее пределы в официальные магазины IKEA;

- неопределенность информации – в случае недостатка данных в документации компании, будут использованы справочные данные и учебные пособия по соответствующей дисциплине.

Так как продукция изготавливается с использованием токсичных клеящих веществ, особое внимание уделено выбросам в атмосферный воздух.

### 2.2.2 Инвентаризационный анализ. Сбор данных. Определение входных и выходных потоков в исследуемой системе

ОЖЦ рассматривает жизненный цикл продукта, основываясь на модели продукционной системы (рисунок 2).

В свою очередь продукционная система подразделяются на единичные процессы, которые связаны между собой потоками промежуточных продуктов и образующимися отходами для переработки (ИСО 14041, 2000 г.).

ТРАНСПОРТИРОВКА

ТРАНСПОРТИРОВКА

Древесное сырье

Технологическое сырье

ТРАНСПОРТИРОВКА

Промывные воды

Выбросы в атмосферный воздух

Природный газ

Упаковочный материал

Энергоснабжение

Вода для промывки

Сращивание

Раскрой по длине

Сушка древесины

Твердые отходы

Комплектация и упаковка

Очистка оборудования

Покрытие ЛКМ

Готовая мебель

Отходы упаковки

Реализация готовой продукции

Отходы упаковки

Вспомогательные материалы для ремонта изделий

Использование готового продукта

Утративший потребительские свойства продукт

Утилизация

ТРАНСПОРТИРОВКА

Разливы химических веществ

Топливные брикеты

Рисунок 2 – Схема жизненного цикла мебельной продукции

Разделение продукционной системы на единичные процессы способствует определению входных и выходных потоков продукционной системы.

На рисунке из Приложения 2, представлены основные процессы в жизненном цикле мебельной продукции. Для получения большей конкретики, разберем каждый этап схемы.

*Этап проектирования*

Вся продукция предприятия IKEA имеет довольно минималистичный дизайн, который является ее визитной карточной. В том числе и исследуемая мебельная продукция исполнена в лаконичном стиле, без сложных узоров и особого окрашивания. Вся линейка мебели имеет однотонное окрашивание. Изготовление мебели не требует больших затрат на раскрой и фрезеровку сырья, так как все детали имеют ровные четкие грани. Ознакомившись с инструкцией по сборке изделия, можно убедиться в том, что мебель легко собрать, руководствуясь четким указаниям инструкции. Все это является показателем качественной работы проектировщиков. Нужно учесть, что во время проектировки самого производственного процесса был учтен производственный брак, и с целью максимально полезного использования сырья, были предусмотрены операции по возвращению брака в производственный цикл. Наглядным примером таких операций является раскрой дефектных столешниц на царги.

*Этап сырья*

Одним из требований стандарта IWAY является работа с поставщиками древесного сырья. Вся древесина, поступающая на производство мебели, имеет сертификацию FSC. Это означает, что производство данного сырья не приводит к деградации лесных экосистем и истощению ресурсов высококачественной древесины в доступных районах. Деревья, из которых оно изготовлено, были срублены на специализированной территории, не являющейся природоохранной (FSC–STD–RUS–V61, 2012 г.). Прежде чем принимать данную древесину, компания делает запрос на подтверждение имеющейся сертификации, а также сроке ее действия (сертификаты выдаются на определенный срок – 5 лет).

Перед транспортировкой, пиломатериал упаковывают в полипропиленовую пленку и обвязывают металлической лентой. В таком виде сырье поступает на территорию предприятия (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.). Сама транспортировка подразумевает использование грузовых автомобилей. Из-за того что в Кировской области нет сертифицированных поставщиков древесины, которые бы соответствовали стандарту IKEA, компании приходится закупать древесину из соседней республики – Республики Коми.

*Этап производства и управление отходами*

Самый обширный этап, захватывающий большое количество единичных процессов. Этап производства связан с использованием транспорта с целью транспортировки промежуточных продуктов между станками и между двумя основными цехами. В качестве транспортного средства используются автопогрузчики, работающие на аккумуляторах (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.). Несравненным преимуществом такой техники является отсутствие выхлопных газов, и возможность подзарядки аккумуляторов. Но в ходе эксплуатации автопогрузчиков образуются отходы в виде отработанных аккумуляторов, которые являются отходами с высоким показателем опасности (2 класс).

Как видно из схемы (Приложение 2), производственный процесс представляет собой два параллельных потока: поток столешниц и царог; поток ножек для будущей мебели. Такое разделение связано с тем, что для изготовления деталей необходимы различные по размерам заготовки, разные по принципу сращивания процессы.

Поступившее на территорию предприятия древесное сырье, освобождается от упаковки и осматривается на целостность. На сортировочном участке образуются первые отход в виде упаковочного материала. После, распакованная древесина поступает в сушильную камеру, где под воздействием повышенной температуры достигает необходимой для дальнейшего раскроя, влажности в 8 %. Подсушенная древесина по конвейеру поступает в остывочное отделение. Оба этих процесса сопровождаются выделением тепловой энергии в окружающую среду, и испарением лишней влаги (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).

После того как древесину подготовили, она поступает в цех под названием *ДОП (деревообрабатывающее производство)*. Пиломатериал раскраивается на заготовки заданной длины. На этом этапе происходит разделение процесса на два параллельных: производство столешниц / царог и производство ножек. Во время распила деревянных досок, образуются отходы горбыля, реек, стружка и опил из натуральной не загрязненной древесины (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).

*Первый производственный поток: столешницы и царги.* Раскроенные по длине заготовки фрезеруются в размер и поступают на выторцовку дефектов. По возможности, сырье используют по целевому назначению, это значит, что производится локальная выторцовка дефектов с дальнейшей их заделкой. Следующим этапом идет фрезеровка заготовок с обеих сторон на минишип (рисунок 3). Это необходимо для лучшего сцепления ламелей, а также большей прочности всего изделия. От всех предыдущих станков по распилу досок, образуются потоки древесных отходов (стружка, опил, пыль) не загрязненные (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).



Рисунок 3 – Сращивание на минишип

Для сращивания заготовок на минишип используется менее токсинный клей – поливинилацетат (ПВА). Таким образом, снижая общее потребление клеевой системы на основе фенолформальдегидной смолы. Склеивание на минишип происходит на станке холодного прессования, что обеспечивает постепенное высыхание клея, благодаря чему, испарения клея не наносят вреда работникам станка. От операции по сращиванию заготовок на минишип образуются следующие выходные потоки: испарения вследствие высыхания клея (винилацетат, ацетальдегид), освободившаяся тара со следами клея, загрязненная ветошь от промывки оборудования и клеесодержащие промывные воды. Промывные воды со следами ПВА выпариваются и отправляются сторонней организации на обезвреживание и утилизацию (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.). Прежде чем приступить к дальнейшей обработке заготовок, их оставляют на просушку до полного высыхания клея (сушка осуществляется при естественных условиях).

Склеенные заготовки обрезаются в размер и передаются на сращивание по ширине в щит. От строжки в размер образуются древесные отходы (опил, стружка, пыль) с примесью клеящего вещества. Сращивание по ширине производится при помощи клеевой системы состоящей из двух компонентов: клей на основе фенолформальдегидной смолы и отвердителя. Сращивание происходит на станке горячего прессования, под температурой 90 – 100 С○ (Павлова Т.М. ИН-2201.01, 2016 г.). На станке горячего прессования образуется выходной поток выбросов в воздух в виде испарений клея с отвердителем (фенол, формальдегид, аммиак, и от растворителей: бензол, ксилол, толуол, этилбензол), а также отходы: освободившаяся тара от клеевой системы; загрязненная ветошь и промывные воды со следами затвердевшего клея (Павлова Т.М. ПНОЛР, ПЭК, 2016 г.). Промывные воды с застывшим клеем подвергаются выпариванию, с целью уменьшения объемов, и передаются в вакуумных емкостях сторонним организациям на обезвреживание. Сращенные по ширине щиты выдерживаются в сушильной ступе на протяжении 24 часов.

В случае образования брака, щиты не годные для производства столешниц, раскраивают на царги, с образованием древесных отходов, загрязненных клеями.

Заготовленные щиты строгаются в размер со снятием фасок и пропилом пазов. От строжки образуются древесные загрязненные отходы. Заключительным этапом является просверливание отверстий, в соответствии заданным чертежам. От обоих процессов образуются потоки древесных отходов.

*Второй производственный поток: ножки.* Пиломатериал, раскроенный по заданной длине, фрезеруется в размер и подвергается выторцовке дефектов. Лишенные дефектов заготовки строгаются в размер и поступают на сращивание о ширине. На этих этапах образуются чистые древесные отходы (опил и стружка, пыль).

Сращивание по ширине производится, как и в случае с щитами, при использовании клеевой системы: фенолформальдегидная смола и отвердитель, на том же самом станке горячего прессования с теми же выходными потоками. После суточной выдержки в ступе с целью полного высыхания клея, сращенные заготовки для ножек поступают на строжку в размер со снятием фасок. В заготовках просверливаются отверстия по чертежам. От всех манипуляций образуются древесные отходы (опил, стружка, пыль) загрязненные клеями (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).

Работа всех аппаратов, находящихся на территории данного цеха, связана с возникновением шумовой нагрузки на рабочих. Помимо основного оборудования, свой вклад в шумовое воздействие вносит система аспирации древесных отходов. В рамках охраны труда, вся работа в ДОП, проводится исключительно в СИЗ (средствах индивидуальной защиты), к которым помимо беруш относится специальная обувь с металлическим носом (Конык О. А., 2015 г.).

Все аппараты, работа которых связана с образованием отходов, в виде древесной стружки и опила, оснащены общей системой аспирации. Аспирационная система, работающая по принципу вытяжки, собирает всю образующуюся стружку и опил, и транспортирует по трубопроводу на производство топливных брикетов. Стоит отметить, что система имеет два разветвления: чистые древесные отходы и отходы, загрязненные клеем и ЛКМ. На производство брикетов поступает исключительно незагрязненный опил. Опил, с включениями химических веществ, поступает в накопительный бункер для дальнейшей передачи сторонней организации на утилизацию.

В данном цеху существует риск разлива клеящих и дополнительных химических веществ. Для предотвращения разливов, ведется контроль выполнения правил эксплуатации клеев, включающих в себя безопасное расположение баков с клеями. Также для снижения риска негативного воздействия на работников и окружающую среду введено ограничение по объемам используемых клеев – в цеху, непосредственно в производственном процессе, находится ровно такое количество клея и дополнительных веществ, которого будет достаточно для работы одной смены.

Заготовки с обоих потоков при помощи автопогрузчиков перевозятся в следующий *цех ПОиКМ (производство отделки и комплектации мебели).* Здесь, как и в ДОП одновременно производят обработку двух потоков заготовок: отдельно столешницы (щиты) / царги и отдельно ножки. Это связано с особенностями оборудования для каждого вида заготовок. Но прежде чем разделить потоки, оба вида заготовок обеспыливаются, вследствие чего образуются древесные отходы (опил и пыль).

*Первый поток: столешницы и царги.* Обеспыленные заготовки грунтуются сначала с одной стороны, сушатся в УФ-камерах и грунтуются с другой стороны с последующей сушкой. От процесса нанесения грунтовки образуются следующие выходные потоки: пустая тара от грунта с его следами; загрязненная ветошь от промывки оборудования и промывные стоки со следами грунта. В УФ-камерах, где производится сушка покрытия, наблюдается незначительное испарение от сохнущего грунта, и со временем образуются отходы в виде отработанных УФ-ламп (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).

Следующим этапом является нанесение красителя. Последовательность абсолютно такая же что и с грунтовкой: нанесение красителя на одну сторону; сушка в УФ-камере; нанесение красителя с другой стороны; УФ-сушка. От процесса покраски образуются: выбросы аэрозоля красок (сама краска, бутилцеллозольв, метиловый эфир пропиленгликоля), которые оседают на специальных фильтрах; опустошенная тара из под красителя; загрязненная ветошь от промывки оборудования, а также промывные воды с растворителем и его смеси с высохшим красителем (Павлова Т.М. ПЭК, ПНОЛР, 2016 г.). От работы УФ-камеры образуются отработанные УФ-лампы, которые передают на утилизацию.

Окрашенные детали покрывают лаком, также поочередно с обеих сторон, с промежуточной шлифовкой. Полакированные детали сушатся в обычных условиях, без применения УФ-излучения. Лакировка сопровождается: выбросами аэрозоля (сам лак, н-бутиловый спирт, бутилацетат); пустой тарой от лакокрасочного средства; загрязненной ветошью от промывки оборудования и промывными водами с присутствием смеси засохшего лака с растворителем (Павлова Т.М. ПНОЛР, ПЭК, 2016 г.). От шлифовки появляются древесные отходы загрязненные лаком и отработанная шлифовальная лента. Полакированные и высушенные детали, перед нанесением финишного лака, поступают на заделку дефектов мягким воском. Заделка дефектов создает выходные потоки в виде: пустой тары из под воска и загрязненной ветоши. Столешницы и царги с заделанными дефектами покрываются финишным лаком с обеих сторон и УФ-сушкой каждой. От УФ-сушки выходные потоки те же самые, как и при сушке грунта и краски. От нанесения финишного лака, образуются выбросы аэрозоля лака (сам финиш - лак, н-бутиловый спирт, бутилацетат), пустая тара из-под финишного лака, загрязненная ветошь от промывки и промывные воды со следами смеси лака и растворителя (Павлова Т.М. ПЭК, 2016 г.).

*Второй поток: ножки.* Обеспыленные заготовки ножек, подвергаются вертикальной окраске, которая окрашивает торцы ножек. На этом станке образуются выходные потоки: выбросов аэрозоля красителя (сам краситель, бутилцеллозольв, метиловый эфир пропиленгликоля), которые задерживаются на специальных фильтрах; пустая тара из-под красителя; загрязненная ветошь от промывки оборудования и промывные воды со следами смеси красителя и растворителя. Сушка данного красящего покрытия производится при обычных условиях, без УФ-ламп. Деталь шлифуется с образованием загрязненных древесных отходов (опил, пыль) и отработанной шлифовальной ленты, после чего поступает на вертикальную лакировку. От лакировки по торцам ножек появляются входные потоки: выбросы аэрозоля лака (сам лак, н-бутиловый спирт, бутилацетат), опустошенная тара, загрязненная ветошь от промывки и промывная вода со смесью лака с растворителем (Павлова Т.М. ПНОЛР, ПЭК, 2016 г.). Лаковое покрытие сушится при естественных условиях.

Ножки поступают на горизонтальное окрашивание, от которого образуются выходные потоки аэрозоля красителя (сам краситель, бутилцеллозольв, метиловый эфир пропиленгликоля), пустая тара, загрязненная ветошь и промывная вода с примесью краски и растворителя. Просушенные без применения УФ-ламп ножки, покрываются лаком (верхние и нижние части ножек). Выходные потоки от лакировки полностью совпадают с потоками от лакировки столешниц. Подсушенные детали, покрываются финишным лаком, сначала по вертикали, потом по горизонтали. После каждого покрытия лака детали сушатся в УФ-камерах. Выходные потоки от покрытия ножек финишным лаком и его сушкой в УФ-камерах, полностью повторяют потоки от покрытия финишным лаком столешниц (Павлова Т.М. ПНОЛР, ПЭК, 2016 г.).

В цеху ПОиКМ, по аналогии с ДОП, существует риск разлива лакокрасочных веществ. Для предотвращения их разлива применяются все те же действия: контроль соблюдения правил работы и дозирование используемых веществ (достаточно для работы одной смены).

Собранные единой системой аспирации отходы в виде чистого древесного опила/пыли/щепы, используются в производстве *побочного продукта – топливных брикетов ПТБ.* В качестве сырья используется однородный, по размеру древесный опил, поэтому крупный отход – рейки, горбыль, щепа, прежде чем поступить в накопительный бункер проходит через дробящий аппарат, который размалывает древесину до размера опила. Накопленное в бункере древесное сырье транспортируется в дозатор для изготовления брикетов. Дозатором сырье подается на прессование брикетов. Прессование производится при повышенной температуре, в результате чего, древесина выделяет лигнин, который выступает в качестве связующего вещества. Вышедшая лента спрессованного сырья раскраивается на бруски заданной длины (300 мм) и движется далее по конвейеру, на котором сушится и охлаждается. От всей линии изготовления топливных брикетов образуется выходной поток древесных отходов, которые возвращаются в производственный процесс. Готовые брикеты комплектуют и упаковывают, вследствие чего образуются выходные потоки: отходы термоусадочной и полиэтиленовой пленки (картонные втулки), обрезь гофрокартона и поврежденные деревянные поддоны (Павлова Т.М. ПНОЛР, 2016 г.).

Покрытые лакокрасочными материалами столешницы, царги и ножки комплектуются и упаковываются. От процесса упаковки образуются точно такие же потоки, как и в случае с упаковкой брикетов.

Готовые упакованные изделия перевозят на склад, откуда их загружают в грузовой автотранспорт для дальнейшей транспортировки.

Помимо готового и побочного продукта, на предприятии образуются отходы и выбросы. Сбросов, как таковых, не образуется. На предприятии не организована система сбора сточных вод, так как в ней нет особой необходимости. Единственные стоки, сопутствующие производственному процессу, это воды от промывки оборудования. Все образующиеся промывные воды, выпариваются и передаются сторонним организациям для обезвреживания и утилизации.

За всеми образующимися выбросами в атмосферу ведется строгий контроль, который проводится в соответствии с план-графиком производственного экологического контроля. Особое внимание необходимо уделить использованию клеевой системы на основе фенолформальдегидной смолы. В технической документации «Информация о продукте» указано требование к клею, в котором сказано, что показатель свободного формальдегида не должен превышать 0,2 % от всей массы клея (Павлова Т. М. ИН-2201.01, 2016 г.).

На участках покрытия заготовок ЛКМ, установлены улавливающие фильтры, благодаря которым большая часть образующихся аэрозолей оседает, а не выбрасывается в атмосферный воздух (Конык, 2015 г.).

На всей территории предприятия внедрена система сортировки мусора рисунок 4, что облегчает задачу его дальнейшей продажи для переработки. Одним из направлений деятельности экологического отдела является сокращение объемы отходов, предаваемых непосредственно на полигон. Предприятие видит в образующихся отходах сырье для других производств и старается реализовать их именно для дальнейшей переработки.



Рисунок 4 – Контейнера для сортировки отходов на предприятии

*Этап транспортировки*

Как осуществляется транспортировка сырья на предприятие и транспортировка полуфабрикатов по его территории, уже было определено ранее. На основе информации из отдела продаж IKEA было выяснено, что готовая продукция распределяется следующим образом: 30% распространяется по территории Российской Федерации, 70 % за ее пределы. Здесь особое внимание нужно уделить тому, что в каждой стране действуют разные технические требования к автотранспорту. Так, на территории Российской Федерации, все автомобили должны иметь паспорта транспортных средств (ПТС) и иметь экологический класс не ниже ЕВРО – 5. В то время как на территории Европейского союза, к автотранспорту уже применяются требования стандарта ЕВРО – 6.

ЕВРО – 5, 6, экологические стандарты, регулирующие содержание примесей, оказывающих неблагоприятное действие на здоровье человека (оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, углеводороды алифатические предельные, формальдегид и дисперсные частицы) в выхлопных газах автомобилей (ТР ТС 018/2011, 2018 г.)

*Этап эксплуатации изделия*

На самой готовой продукции, на ее этикетке, нет указанного срока эксплуатации. На официальном сайте IKEA, в разделе выбора товара, также срок эксплуатации отсутствует. Чтобы выяснить срок использования мебели, было написано сообщение сотруднику компании. Так, было определено, что срок эксплуатации производителем не установлен, а по кодексу Российской Федерации, срок службы составляет 10 лет, включая 2 года гарантийного срока.

От приобретения продукции у потребителя образуются отходы упаковочного материала. На данный момент компания IKEA не осуществляет прием упаковки от реализованной продукции (такой как гофрокартон, пластиковая пленка).

*Этап утилизации (рециклинга)*

В настоящее время на территории Российской Федерации не ведутся работы по сбору мебели, вышедшей из эксплуатации, с целью использования как вторичное сырье. В целом, рассматриваемое изделие считается пригодным для переработки или энергетической утилизации, если это не перечит законодательству региона, в котором производится утилизация. Все изделие, за исключением металлических креплений, изготовлено из 100% возобновляемого материала (www.ikea.com).

### 2.2.3 Оценка воздействия, анализируемого продукта, на окружающую среду

Оценку жизненного цикла продукта (ОВЖЦ) применяют в исследовании продукционной системы, отталкиваясь от экологических перспектив, категорий воздействий и показателей категорий, связанных с результатами предыдущей стадии ОЖЦ – ИАЖЦ.

Данная стадия содержит ряд особенностей:

- стадия ОВЖЦ в сочетании с остальными стадиями ОЖЦ обеспечивает полную картину экологических и ресурсных проблем имеющихся в исследуемой продукционной системе;

- На данной стадии происходит присваивание результатам ИАЖЦ категорий воздействия («класс экологических проблем, к которому могут быть отнесены результаты инвентаризационного анализа» (ИСО 14042, 2001 г.)). К каждой категории воздействия определяют показатель категории, совокупность всех показателей формирует профиль ОВЖЦ;

К основным элементам ОВЖЦ относятся: выбор категорий воздействий, показателей категорий и характеристических моделей; идентификацию категорий воздействий; соответствующих показателей категорий; конечных точек категорий и связанных с ними результатов ИАЖЦ; присвоение результатам ИАЖЦ (классификация) категорий воздействия.

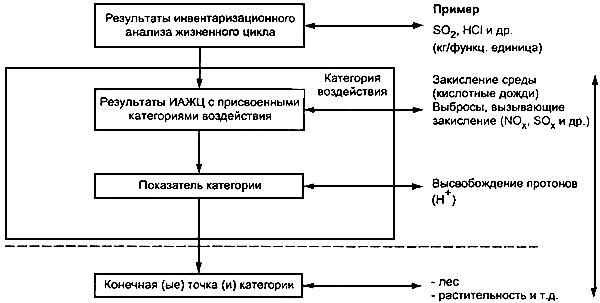
Концепция показателей категорий основывается на экологическом механизме воздействия, каждая категория воздействия имеет свой экологический механизм воздействия. На рисунке 5 приведен пример закисления среды как категории воздействия. (ИСО 14042, 2001 г.).

Рисунок 5 – Показатели категорий (ИСО 14042, 2001 г.)

На рисунке 5 отображен экологический механизм взаимосвязи между результатами ИАЖЦ, показателями категорий и, по возможности, с конечными точками категорий.

До начала проведения ОВЖЦ определим выходные потоки исследуемой системы, которые могут наносить вред окружающей среде.

Значимое воздействие на окружающую среду происходит на следующих этапах жизненного цикла мебельной продукции:

1. Заготовка сырья – воздействие от вырубки деревьев;
2. Производство продукта – основной вред окружающей среде могут нанести образующиеся выбросы и сбросы. Те виды образовавшихся отходов, которые не были включены повторно в цикл производства продукта (чистые древесные отходы), передаются сторонним организациям для дальнейшего использования / обезвреживания / утилизации.
3. Транспортировка – выбросами продуктов сгорания дизельного топлива;

Теперь определим категории воздействия для данных этапов ЖЦ продукта:

1. Потребление материального ресурса - древесины;
2. Парниковые газы, способствующие изменению климата;
3. Негативное воздействие на здоровье и жизнедеятельность человека;
4. Загрязнение водных объектов;
5. Загрязнение атмосферного воздуха;
6. Негативное воздействие на почвенные покровы.

Под категорию воздействия – *потребление древесины*, относится заготовка сырья для производства мебельной продукции. Вырубка оказывает урон в виде: снижения количества вырабатываемого кислорода растениями в мире; может лишить мест обитания несколько видов животных; привести к изменению климатических условий (в глобальных масштабах).

К *парниковым газам* относятся выбросы продуктов сгорания дизельного топлива, сопровождающие транспортировку сырья на территорию предприятия, а также транспортировку готовой продукции в магазины-дистрибьютеры. Выхлопы из автомобилей содержат различные парниковые газы, такие как монооксид углерода и оксид азота. Данные виды газов способствуют появлению такого явления как парниковый эффект. Происходит разбалансировка климатической системы за счет резкого выброса CO2. Средняя температура на планете из-за него изменяется незначительно, в то время как колебания внутри нее, становятся гораздо сильнее. Данное явление проявляется резким усилением частоты и силы экстремальных погодных явлений – наводнений, засух, резких перепадов погоды и т.п. (WWF парниковые выбросы, 2017 г.).

Если предприятие введет процедуру сбора упаковочного материала, это повлечет за собой дополнительную нагрузку на атмосферу и, следовательно, дополнительный вклад в «парниковые газы» потому что собранный упаковочный материал будет необходимо транспортировать до пункта переработки.

*Негативное воздействие на здоровье человека.* На здоровье человека в глобальном масштабе влияет как вырубка леса, снижением кислорода в атмосфере, так и выхлопы от автотранспорта, содержащие в своем составе оксиды углерода и азота, углеводороды, соединения серы и др. которые человек вдыхает день ото дня.

От этапа жизненного цикла – производства, образуются выбросы (испарения и аэрозоли) химических веществ, применяющихся в процессе изготовления готового продукта, которые наносят вред здоровью человека. Так, от процесса сращивания ламелей на минишип, образуются испарения от клея ПВА (винилацетат и ацетальдегид). В обычном режиме использования клея ПВА, в атмосферу испаряется незначительное количество клея, которое не способно нанести существенный вред ни человеку, ни окружающей среде. В случае же с чрезвычайными ситуациями – сильном разливе клея, его испарения способны вызвать раздражение верхних дыхательных путей, кашель. Предельно допустимая концентрация паров клея ПВА в атмосфере рабочей зоны составляет – 10 мг/м3.

В процессе сращивания деталей по ширине используется клеевая система, состоящая из двух компонентов: клея на основе фенолформальдегидной смолы и отвердителя. От использования данной системы на человека воздействуют выбросы: свободного фенола, формальдегида и ацетона.

Фенол – ядовитое вещество, способное воздействовать на центральную нервную систему и тем самым вызывать острые и хронические травления. Фенол обладает способностью проникать внутрь организма через открытые участки кожи. Вдыхание паров фенола оказывает раздражающее воздействие на верхние дыхательные пути, а при длительном вдыхании – общее отравление. По гигиеническим нормативам (ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны», 2018 г.), относится ко II классу опасности (высокоопасное вещество). Предельная допустимая концентрация паров фенола в воздухе рабочей зоны – 0,1 мг/м3, в атмосфере населенных мест – 0,006 мг/м3 (по гигиеническим нормативам) (ГОСТ 20907 «Смолы фенолформальдегидные жидкие. Технические условия» 2016 г.).

Формальдегид – протоплазматический яд, вызывающий острые и хронические отравления. Способен оказывать сильное раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Формальдегид относят к веществам остронаправленного действия сильным аллергеном, канцерогеном, оказывающим воздействие на центральную нервную систему. В гигиенических нормативах, формальдегиду присвоен II класс опасности (высокоопасное вещество) (ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны», 2018 г.). Предельно допустимая концентрация испарений формальдегида в воздухе рабочей зоны производственного помещения составляет 0,05 мг/м3 и в атмосферном воздухе населенных мест – 0,01 мг/м3 (ГОСТ 20907 «Смолы фенолформальдегидные жидкие. Технические условия» 2016 г.).

Ацетон относят к легковоспламеняющимся жидкостям, образующим с воздухом взрывоопасные смеси. Испарения ацетона, в концентрациях превышающих ПДК, способны оказывать наркотическое воздействие на человека. Из-за продолжительного вдыхания паров ацетона, он способен накапливаться в организме. В гигиенических нормативах ацетону присвоен IV класс опасности. Предельно допустимая концентрация ацетона в воздухе рабочей зоны составляет 200 мг/м3 и 0,35 мг/м3 для воздуха населенных мест (ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны», 2018 г.).

Также опасность для здоровья человека представляют взвеси находящиеся в воздухе. В основной массе взвеси представляют собой мелкодисперсную древесную пыль, способную повреждать слизистые дыхательных путей при вдыхании. Обычно, это воздействие не заметно в коротком промежутке времени, оно проявляется со временем в виде значительного снижения емкости легких. Взвеси могут вызывать раздражение слизистых глаз и дыхательных путей, попадая на незащищенные участки кожи вызывает зуд и общее чувство дискомфорта. Схожими негативными воздействиями обладает абразивная пыль, образующаяся от работы шлифовального станка. Дополнительно ко всему ранее перечисленному, абразивная пыль может быть ядовитой к организму человека, чем может вызывать аллергические реакции и обострять уже имеющиеся хронические заболевания.

От процесса нанесения лакокрасочных средств на изготавливаемое изделие, на человека воздействуют выбросы тех самых лакокрасочных веществ (испарения и аэрозоли краски, водного и финиш лаков). Лакокрасочные вещества, в своем составе имеют летучие органические соединения (ЛОС) которые способны вызвать отравление организма и различные аллергические реакции.

В процессе промывки оборудования от клеев и лакокрасочных веществ используются специальные растворители. От использования данных растворителей выделяются испарения следующих веществ: бензол, толуол, ксилол, этилбензол (от промывки станков с клеевой системой на фенолформальдегиде), бутилцеллозольв, L-метиловый эфир, пропиленгликоль (от промывки станков наносящих краситель), н-бутиловый спирт, бутилацетат и бутанол-1 (от промывки лаконаносящих станков). Рассмотрим их воздействие на здоровье человека.

Бензол имеет II класс опасности. Предельно допустимая концентрация 0,1 мг/м3 – среднесуточная и 0,3 мг/м3 максимально разовая. Представляет собой бесцветную летучую жидкость со своеобразным запахом. Бензол является сильным канцерогеном. При острых отравлениях может наблюдаться боль в голове, головокружение. В тяжелых случаях – судороги, потеря сознания (ГН 2.1.6.3492 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» 2017 г.).

Толуол (метилбензол) относится к III классу опасности. Предельно допустимая концентрация толуола: 0,6 мг/м3 – максимально разовая. Это бесцветная горючая жидкость. Толуол является сильным токсичным ядом, оказывает влияние на функцию кроветворения организма, также как и бензол (может вызвать гипоксию). Испарения толуола способны проникать через незащищенные участки кожи и дыхательные пути в организм человека и поражать его нервную систему (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Ксилол (диметилбензол), класс опасности – III. Предельно допустимая концентрация ксилола: 0,2 мг/м3 максимально разовая. По отношению к человеку: ксилол способен вызывать острые и хронические поражения кроветворных органов, дистрофические изменения в печени и почках, при соприкосновении с кожей вызывает дерматиты (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Этилбензол относится к IV классу опасности (канцероген) и имеет максимально разовую предельно допустимую концентрацию – 0,02 мг/м3. При вдыхании человеком паров этилбензола у него появляется чувство сильной усталости, острая головная боль. Идет раздражение всех слизистых оболочек: слезоточивость и зуд. Этилбензол способен влиять на работу мышц и приводить к нарушению координации. При более длительном воздействии, токсин может приводить к серьезным повреждениям печени и заболеваниям крови (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Бутилцеллозольв относится к III классу опасности. Предельно допустимая концентрация максимально разовая – 0,3 мг/м3. Обладает слабым наркотическим действием. Раздражает слизистые оболочки глаз, органы дыхания и кожные покровы, образуя дерматиты. Может вызывать поражение почек и печени. Способен проникать через незащищенные участки кожи в организм человека (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

L-метиловый эфир III классом опасности, имеет предельно допустимую концентрацию 2 мг/м3 максимально разовую. При остром отравлении может вызывать расстройство координации движений и зрения, нарушение чувствительности кожных покровов и потерю сознания (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Пропиленгликоль III класс опасности. Предельно допустимая концентрация пропиленгликоля 7 мг/м3 среднесуточная. Может причинить вред при вдыхании его аэрозолей и паров. При отравлении ингаляционным путем у человека появляются: головокружения, головная боль, общая слабость. Пропиленгликоль способен раздражать поверхность слизистых оболочек: слезоточивость, першение в горле, кашель (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Н-бутиловый спирт относится к III классу опасности, и имеет установленную предельно допустимую концентрацию 0,1 мг/м3 максимально разовую. Может вызывать раздражение верхних дыхательных путей, головные боли. В случае острого отравления наблюдается сужение полей зрения, иногда атрофия зрительного нерва и развитие слепоты (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Бутилацетат имеет IV класс опасности. Для него установлена предельно допустимая концентрация 0,1 мг/м3 максимально разовая. Может вызывать раздражение слизистых оболочек и дыхательной системы, нарушать деятельность почек, печени и центральной нервной системы (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

Бутанол-1 относится к III классу опасности. Предельно допустимая концентрация 0,1 мг/м3 максимально разовая. Имеет характерный запах. Может вызывать воспаление роговой оболочки глаз. (ГН 2.1.6.3492, 2017 г.).

*Загрязнение водных объектов*

На водные объекты значительное воздействие может наносить этап жизненного цикла – производство продукта. Так, в процессе производства мебели образуются промывные воды, а именно:

1. Воды от промывки оборудования применяемого в процессе сращивания ламелей на минишип, в результате чего, в составе таких вод, присутствуют следы засохшего клея и водно-клеевая эмульсия.
2. Воды от промывки оборудования используемого для склеивания деталей по ширине с применением клеевой системы (клей на основе фенолформальдегидной смолы и отвердителя). В состав таких вод входят частички затвердевшей смолы и смеси клея с растворителями. Растворители представляют собой смесь ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилол и этилбензол).
3. Промывные воды от очистки станков, наносящих краситель на изготавливаемое изделие. Данные промывные воды содержат частицы засохшей краски, смесь красителя с растворителем, применяемым в очистке. В составе растворителей имеются бутилцеллозольв, L-метиловый эфир, пропиленгликоль.
4. Промывные воды от очистки лаконаносящих станков. Данные воды содержат частицы засохшего лака и смесь лака с растворителем. Применяемый растворитель в своем составе содержит следующие химические вещества: н-бутиловый спирт, бутилацетат и бутанол-1.

Так же можно отметить негативное воздействие на водные объекты в процессе транспортировки сырья и готового продукта. Выбрасываемые автомобилями продукты сгорания дизельного топлива могут, при помощи воздушных потоков, попадать в водоемы, нанося ущерб водным экосистемам (Алябышева, 2010 г.).

В настоящее время предприятие не производит сброс образуемых стоков в местную канализацию или в ближайшие водоемы. На всей территории IKEA отработан процесс сбора промывных вод, обработки их в выпаривающей установке с целью уменьшения объемов, и передачи данных стоков сторонним организациям для обезвреживания и утилизации. В это же время существует риск пролива данные стоков и их попадания в водные объекты.

В такой ситуации может наблюдаться изменение санитарного режима водоемов, что повлечет за собой ухудшение органолептических свойств воды. Возможно оказание негативного воздействия на обитателей водоемов (гидробионтов) с проявлением токсических свойств, приводящих к гибели тех самых гидробионтов (Алябышева, 2010 г.).

Так, например, попадая в водную среду формальдегид, может включаться в круговорот веществ и биодеградировать. Биодеградация формальдегида сопровождается сильным токсическим воздействием способным вызвать у гидробионтов аллергические реакции, мутации и злокачественные образования.

Также все стоки при попадании в водные объекты способны понижать общее содержание растворенного кислорода в воде, что может приводить к изменению химического состава воды, а у гидробионтов вызывать гипоксию (кислородное голодание) (Алябышева, 2010 г.).

В результате отсутствия у предприятия организованного сбора упаковочного материала (гофрокартона и стрейч-пленки). Из-за этого возникает риск попадания упаковочных материалов в окружающую среду, в том числе в водные объекты (Мировой океан). Особенно страдают от пластикового мусора водные обитатели, которые нередко попадают в смертельные ловушки, запутавшись в пленке, плавающей в воде. Для данной сферы также характерна проблема микропластика.

*Загрязнение атмосферного воздуха*

На атмосферный воздух существенное воздействие оказывают следующие этапы жизненного цикла продукта:

1. Этап заготовки сырья, снижающий общее содержание кислорода в атмосферном воздухе. Характерно для этого этапа образование летучих взвесей из мелкодисперсного древесного опила, которые при попадании в воздух снижают общую видимость и с тем самым появляется опасность взрыва.
2. Этап производства мебельного продукта. При попадании в атмосферный воздух аэрозолей и испарений химических веществ, применяющихся в производстве, возникает опасность пожара и взрыва, так как в большинстве химических веществ присутствуют компоненты (ЛОС), являющиеся легковоспламеняющимися. Также как и на этапе заготовки сырья, весь этап производства сопровождается образованием взвесей из древесной пыли, которые в свою очередь повышают риск возникновения пожара/взрыва.
3. Этап транспортировки. Весьма опасная составляющая выхлопных газов от автомобилей это соединения свинца, тяжелые металлы, в числе которых цинк, никель и кадмий. Также от автотранспорта в воздух попадают микрочастицы автомобильных шин (резиновая пыль). Это вносит свой вклад в «парниковый эффект» и через воздух распространяется как в водные объекты, так и на поверхность почв (Алябышева, 2010 г.). В случае организации механизма сбора упаковочного материала возникают дополнительные выбросы в атмосферу за счет транспортировки собранных отходов до места утилизации.
4. Утилизация упаковочного материала. В случае попадания упаковочного материала в окружающую среду, возникает опасность выделения большого количества метана в процессе разложения гофрокартона, который участвует в образовании парникового эффекта.

*Негативное воздействие на почвенные покровы*

На почвенные покровы оказывает влияние транспортировка, сопровождающая все этапы жизненного цикла продукта. Попадающие в почву нефтепродукты влияют на ее физико-химические свойства, определяющие ее плодородные и экологические функции. Почвенные покровы, с внесенными на них нефтепродуктами, теряют способность впитывать и удерживать влагу, гидрофобные частицы нефтепродуктов затрудняют поступление влаги к корням растений, что может привести к их физиологическим изменениям.

Из-за отсутствия организованной ливневой канализации в почвенные покровы могут проникать ливневые стоки с растворившимися в них выбросами предприятия. Также на территории предприятия существует риск попадания химикатов и стоков в почву.

Чрезвычайные ситуации разливов химикатов могут повлечь за собой полную деградацию почв. Косвенным воздействием является попадание химикатов из загрязненной почвы в подземные воды, что может привести к загрязнению колодезной воды (источник воды у большинства населения) (Алябышева, 2010 г.).

В случае отсутствия отлаженной процедуры сбора упаковочного материала от реализованной продукции для грамотной переработки возникает риск попадания упаковочного материала (гофрокартон и отходы полимерных материалов (стрейч-пленка)) в почву. Так как стрейч-пленка изготовлена их полимерных материалов (полиэтилена), период ее естественного разложения составляет более 100 лет, с учетом того, что в процессе ее разложения образуется микропластик который потоками ветра может распространяться на очень большие расстояния. Сам по себе распад пленки сопровождается выделением токсичных веществ распространяющихся не только в почву, но и воду с воздухом. А в результате проникновения токсинов в почву происходит их накапливание в корневой системе растений в их листьях и плодах, делая их ядовитыми.

### 2.2.4 Интерпретация результатов оценки

Заключительным этапом ОЖЦ является интерпретация результатов ИАЖЦ и ОВЖЦ, их обобщение и обсуждение для обоснования заключения, разработки рекомендаций и принятия решений в соответствии с целями и областью исследования (ИСО 14043, 2001 г.).

Фаза интерпретации исследования ОЖЦ продукта включает в себя три элемента:

- идентификацию проблем, базирующихся на результатах фаз ИАЖЦ и ОВЖЦ исследования ОЖЦ;

- оценивание, включающее проверку полноты, чувствительности и согласованности;

- заключение, рекомендации и отчет.

Целью идентификации проблем является структурирование результатов двух предыдущих этапов ОЖЦ для того чтобы определить важные проблемы в соответствии с определенными целями и областью исследования.

Так, по результатам двух предыдущих этапов ОЖЦ можно выделить следующий ряд проблем, характерных для жизненного цикла мебельной продукции:

*Этап сырья*. В данном этапе было отмечено негативное воздействие на окружающую среду путем вырубки древесины, а также загрязнение атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта которым осуществляется доставка сырья на территорию предприятия.

*Этап производства*. Данный этап характерен негативным воздействием на окружающую среду выбросами и стоками, образующимися в процессе изготовления исследуемого продукта.

*Этап транспортировки*. Большое значение имеет качество используемого топлива для транспортирующего автотранспорта, ведь продукты сгорания топлива вносят свой вклад в урон окружающей среде.

*Этап реализации и эксплуатации продукции*. Для этого этапа характерно образование отходов упаковочного материала, который в случае организованного сбора будет транспортироваться на перерабатывающее предприятие, тем самым добавляя негативное воздействие на атмосферу за счет своей транспортировки. В ситуации, когда предприятие не организует сбор упаковочного материала, он может быть неправильно утилизирован, может попасть в окружающую среду, загрязняя ее.

*Этап утилизации*. Предприятие-производитель заявляет, что исследуемый продукт, может быть подвергнут переработке или даже энергетической утилизации, в случае имеющихся разрешений местного законодательства. Само изделие полностью состоит из возобновляемого материала (за исключением металлических креплений). Как вариант дальнейшей утилизации вышедшего из эксплуатации продукта, его можно использовать в качестве сырья для изготовления плит ДВП и ДСП.

# Глава 3. Создание чек-листа для проведения оценки жизненного цикла мебельной продукции

В качестве основы для формирования чек-листа были использованы критерии экологической безопасности мебельной продукции. Сами по себе, критерии экобезопасности представляют собой свод требований, которым должна соответствовать исследуемая продукция. Приведем критерии экологической безопасности с учетом этапов жизненного цикла мебельной продукции.

1. Общие требования. Деятельность предприятия должна соответствовать законодательству РФ (в случае расположения производства на ее территории). Расположение производственных мощностей и деятельность предприятия должны осуществляться легально.

Предприятие должно информировать своих поставщиков о требованиях, к экологической безопасности поступающих на предприятие ресурсов.

Внутри предприятия должен осуществляться внутренний аудит с целью мониторинга значимых экологических аспектов. В случае выявления значимых экоаспектов, должны быть разработаны планы корректирующих действий с указанными сроками реализации и ответственными лицами.

*Выбросы в атмосферный воздух*. Предприятие не должно превышать установленных нормативов ПДВ, в соответствии с требованиями федерального закона РФ № 96. Предприятие не должно превышать ПДК загрязняющих веществ и ПДУ физических воздействий на границе СЗЗ, в соответствии с СаиПиН 2.2.1/2.1.1.1200 – 03.

*Водоснабжение и водоотведение*. Предприятием должен осуществляться легальный водозабор. Предприятие не должно превышать установленные НДС, в соответствии с требованиями федерального закона РФ №416.

*Отходы производства и потребления*. Предприятие не должно превышать установленные НОЛРО, в соответствии с Федеральным законом РФ №89. Те отходы, которые не были использованы на предпритяи, должны передаваться для дальнейшего обращения. Юридические лица, осуществляющие дальнейшее обращение отходов, должны иметь необходимые лицензии на соответствующий вид деятельности.

*Квалификация сотрудников*. Предприятие организует повышение квалификации для сотрудников, принимающих решение в области промышленной и экологической безопасности, а также и для лиц имеющих прямое отношение к обращению опасных отходов, в соответствии с требованиями федерального закона РФ №7.

*Плата за НВОС* должна рассчитываться и вноситься вовремя, в соответствии с требованиями федерального закона №7.

*Требования к потребительским характеристикам продукта.* Предприятие должно обеспечить неизменность качества выпускаемой продукции. Характеристики продукции должны отвечать актуальным требованиям законодательства РФ для данной группы продукции и нормативной документации, по которой производится продукция.

1. Требования к исходному сырью и материалам. На предприятии должен быть создан регламент или иной документ, содержащий требования к качеству и безопасности сырья и материалов. Должен осуществляться входной контроль качества закупаемого сырья и материалов.

*Требования к происхождению древесного сырья*. Древесное сырье, закупаемое для производства экологически безопасной мебельной продукции, должно иметь действующий сертификат FSC.

*Требование к безопасности материалов*. Для изготовления мебельной продукции использовать лакокрасочные вещества, имеющие экологическую сертификацию («Листок жизни»). Такие вещества не должны классифицироваться как очень токсичные, токсичные, опасные для окружающей среды, канцерогенные, токсичные для репродукции, вредные, коррозийные, мутагенные или раздражающие.

*Требования к содержанию опасных веществ*. В изготавливаемую продукцию не должны добавляться компоненты являющиеся канцерогенами, мутагенами, токсичными для репродукции, радиоактивными или содержащими тяжелые металлы, (в количестве более 0,1 % по весу).

*Требования к содержанию веществ, опасных для окружающей среды*. В составе готовой продукции не должны присутствовать компоненты, несущие значительное негативное воздействие на окружающую среду.

*Требования к содержанию запрещенных веществ*. В составе готового продукта или в качестве компонента на стадии производства недопустимо использование следующих веществ: галогенированные органические соединения; алкилфенолы, алкилфенолэтоксилаты (АРЕО) или другие производные алкилфенола, соединения бисфенола А; фталаты; летучие органические соединения в количестве превышающем 1% по массе продукта; вещества, потенциально негативно воздействующие на эндокринную систему.

*Требования к клеям.* Используемые в изготовлении клеи должны отвечает двум основным требованиям: содержание свободного формальдегида в клее не должно превышать 0,2% от его массы; содержание ЛОС не должно превышать 5% от массы клея.

*Требования к содержанию формальдегида*. Свободный формальдегид не должен содержаться в продукте.

*Требования к миграции летучих органических соединений*. Уровень эмиссии ЛОС в воздушную среду должен соответствовать установленным ПДК, согласно ГН 2.1.5.1388 – 03.

1. Требования к готовому продукту*. Требование к содержанию вторичного сырья.* В случае использования вторичного сырья в изготовлении продукции, необходимо указывать массовую долю этого сырья в готовом продукте (указать источник сырья: отходы производства или отходы потребления).

*Требования к выделению вредных веществ из готового продукта*. Эмиссия летучих органических веществ из продукта не должна превышать соответствующих среднесуточных ПДК (установленных ГН 2.1.6.1338 – 03).

*Требование к способности переработки готового продукта*. Мебельная продукция должна быть изготовлена из таких сырья и материалов, чтобы была возможна переработка изделия после истечения срока его эксплуатации.

1. Требования к производству. *Требования к эффективности потребления ресурсов.* Предприятием должно вестись регулярное измерение и документирование значений потребления воды, энергии, а также образования отходов. Предприятие должно демонстрировать ежегодное сокращение показателей удельного потребления энергоресурсов, или же сохранение показателей энергопотребления на одном уровне. В случае увеличения значений энерго - и ресурсопотребления, предприятие должно провести расследование причины такого роста потребления, а также разработать план по контролю и снижению уровня потребления энергоресурсов. Также для обеспечения эффективного энерго - и ресурсопотребления, в производстве должны применяться НДТ.

*Требование к обращению с отходами на производстве.* Предприятие должно разработать и внедрить и внедрить мероприятия по уменьшению образования отходов в целом и на единицу продукции, по их селективному сбору. На предприятии должен вестись учет образующихся отходов, в котором должно быть отображено название отходов и процедуры их обращения. Все образующиеся на предпритяи отходы, не задействованные в производстве, должны передаваться сторонним организациям для последующего обращения. Предприятие должно стремиться к полному прекращению размещение отходов на полигоне, для этого должен быть разработан план по переходу от захоронения к утилизации/обезвреживанию отходов путем передачи их сторонним организациям. Недопустимо утилизировать отходы путем их сжигания. Организация должна принимать меры по гарантированию правильного обращения с отходами, как на своей территории, так и после передачи сторонним организациям или лицам. Сторонне организации должны представить документы, подтверждающие обращение с отходами, передаваемыми им с целью утилизации, соответствующие обязательствам, принятым этими организациями.

1. Требования к упаковке. Упаковка продукции не должна содержать галогенизированных пластмасс и полистирола. Пластиковая упаковка должна иметь маркировку вида пластика.

*Требования к возможности переработки упаковочных материалов*. Упаковка должна быть изготовлена на 100% из вторично переработанных материалов или быть легко разделима на составные части для дальнейшей переработки доступными в РФ методами. Исключено использование в упаковке элементов покрытия, пропитки, и металлизированной пленки, усложняющие процесс переработки

*Требование к минимизации упаковки*. Предприятие должно осуществлять меры по минимизации количества упаковочного материала, за счет: возврата упаковочных материалов от сырья поставщику или его передача соответствующим органам на переработку; меры по снижению количества упаковочного материала на единицу продукции или переход на экологически безопасную упаковку (из вторичного сырья).

1. Требования к транспортировке. Из-за того что готовую продукцию транспортируют по территории Российской федерации и за ее пределы, автотранспорт, осуществляющий такие перевозки, должен соответствовать требованиям по выбросам выхлопных газов той страны, в которой осуществляется транспортировка.

*Требование по негативному воздействию на окружающую среду.* Необходимо рационально использовать разные виды транспортных средств, для снижения нагрузки на окружающую среду. Расстояние от места добычи древесного сырья и места производства готовой продукции должно быть минимальным, чтобы дополнительно снизить нагрузку на атмосферу.

После отработки подходов ОЖЦ к мебельной продукции предприятия IKEA Industry, можно сделать вывод о том, что IKEA Industry является экологически ответственным предприятием, так как оно уже сейчас соответствует большинству требований, из чек-листа по критериям экологической безопасности.

На основе применения данного чек-листа в качестве инструмента ОЖЦ мебельной продукции, были сформулированы следующие рекомендации для повышения экологической безопасности мебельной продукции:

1. Поиск местных поставщиков древесного сырья. Тем самым произведется мотивация местных заготовщиков древесины быть сертифицированными по FSC для удовлетворения требований компании IKEA. Дополнительно будет снижена нагрузка на окружающую среду за счет меньшего воздействия от транспортировки сырья, так как уменьшится расстояние между пилорамой и производством.
2. В выборе вспомогательных материалов (лакокрасочных) стоит отдавать предпочтение тем, у которых имеется экологическая маркировка;
3. Организация периодического контроля (проведение замеров и занесение их в журнал для отчетности) выбросов в атмосферный воздух испарений свободного формальдегида, а также фенола и ацетона. Также проводить замеры остаточной концентрации испарений клеев и лакокрасочных материалов от готовой продукции (для подтверждения соответствия установленным требованиям по безопасности мебели).
4. Установка очистных сооружение для улавливания аэрозолей лакокрасочных материалов, что будет гораздо эффективнее, чем применение фильтров поглощающих часть аэрозолей.
5. Для дальнейшего развития предприятия в рамках экологии рекомендуется разработать и внедрить процедуру сбора упаковочного материала от реализованной продукции с целью грамотной утилизации (расширение ответственности производителя).
6. Разработка и внедрение механизма сбора мебельной продукции вышедшей из эксплуатации для использования в производстве в качестве вторичного сырья (производство плит ДВП и ДСП).

# Заключение

В результате выполненной работы была достигнута поставленная цель: адаптированы подходы ОЖЦ по критериям экологической безопасности для мебельной продукции, на примере продукции предприятия IKEA Industry.

Осуществлен обзор существующих нормативных документов, диктующих требования к применению подходов ОЖЦ, было установлено, что методология ОЖЦ все еще находится на стадии отработки и что в любом случае, для каждого вида продукции, подходы будут разными, в зависимости от установленных целей и области исследования.

Был проведен анализ требований корпоративного стандарта IKEA – IWAY, и его сопоставление с требованиями ISO 14001. Были сделаны выводы о схожести структуры и требований обоих стандартов. Поэтому можно предполагать, что предприятие отвечающее требованиям стандарта IWAY, в будущем может плавно внедрить СЭМ, быть сертифицированным по ISO 14001 и в будущем подать заявку на экологическую маркировку выпускаемой продукции.

В рамках выпускной квалификационной работы были проведены все этапы ОЖЦ: определение цели и области исследования; инвентаризационный анализ; оценка воздействия жизненного цикла и интерпретация полученных результатов. На основе полученных результатов был создан чек-лист как инструмент ОЖЦ мебельной продукции. В основу разработанного чек-листа, легли критерии экологической безопасности для мебельной продукции.

По результатам применения чек-листа для продукции выпускаемой IKEA Industry, были сформулированы рекомендации по повышению экологической безопасности мебели.

В итоге исследования мебельную продукцию предприятия IKEA Industry можно считать экологически безопасной, а предприятие IKEA Industry экологически ответственным.

# Список используемой литературы:

*Статьи в журналах:*

1. Гориков Д. В. Формирование экологичности продукции на стадиях ее жизненного цикла. Экологические характеристики продукции // Экологический консалтинг, 2014, №2 с. 9 – 14.
2. Елисеева М. С., Тарасова О. Г. Современные проблемы подтверждения соответствия мебели // сборник статей Вестник ПВГУС 2015, вып. 8 с. 164 – 167.
3. Уланова О. В., Старостина В. Ю. Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами // Современные проблемы науки и образования 2012, №4.
4. Хорошавин А. В. Развитие системы сертификации продукции по критериям экологической безопасности в России // Научный журнал НИУ ИТМО – Экономика и экологический менеджмент 2014, №2.
5. Шаталов М. А., Довыдова Е. Ю., Болдырев В. Н. Формирование механизма управления устойчивым развитием предприятия мебельной промышленности // Экономика и предпринимательство 2014, №1 с. 483 – 486.
6. Damgaard A. Life-cycle-assessment of the historical development of air pollution control and energy recovery in waste incineration // Waste Management. – 2010 – № 30 – P. 1244–1250.
7. Diego L. M. Life cycle assessment in the furniture industry // Int J Life Cycle Assess – 2017 - №22 – P. 1823 - 1836.
8. Dyah I. R. Eco-efficiency Analysis of Furniture Product Using Life Cycle Assessment // Web of Conferences. – 2018 - №31 –P. 844 – 849.
9. Sara Gonzalez-Garcia Environmental assessment of green hardboard production coupled with a laccase activated system // Journal of Cleaner Production. – 2011 - №19 – P. 445 – 453.
10. Sebastian M. R. Dente Environmental Impact Assessment of Wood Use in Japan through 2050 Using Material Flow Analysis and Life Cycle Assessment // Journal of Industrial Ecology. – 2018 - №7 – P. 745 – 759.

*Учебные пособия:*

1. Алябышева Е. А. Промышленная экология / Е. А. Алябышева, Е. В, Сарбаева, Т. И. Копылова, О. Л. Воскресенская - Йошкар-Ола, 2010. – 110 с.
2. Большеротов А. Л. Система оценки экологической безопасности строительства / А. Л. Большеротов – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 216 с.
3. Конык О. А. Методология и практика чистого производства / О. А. Конык, В. В. Жиделева, В. С. Пунгина // Сыкт. Лесн. ин-т. СЛИ – Сыктывкар: 2015 – 196 с.
4. Пахомова Н. В, Экологический менеджмент / Н. В. Пахомова, А. Эндерс, К. Рихтер. – СПб.: Питер, 2003. – 544 с.
5. Трофимова Т. А. Жизненный цикл и его оценка как инструмент экологического менеджмента / Т. А. Трофимова, М. Е, Ильина // «Аркаим», Владимир: 2016 – 68 с.
6. Guinée J.B., Gorrée M., Heijungs R. Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. – Kluwer Academic Publishers, 2002 – 692 pp.

*Нормативные ссылки:*

1. ГОСТ Р ИСО 14001 – 2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» // ОАО «ВНИИС», М.: 2016.
2. ГОСТ Р ИСО 14024 – 2000 «Этикетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры» // ВНИИКИ, М.: 2000.
3. ГОСТ Р ИСО 14031 – 2016 «Экологический менеджмент. Оценка экологической эффективности. Руководство по оценке экологической эффективности» // ООО «НИИ Интерэкомс», М.: 2016.
4. ГОСТ Р ИСО 14040 – 2010 «Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура» // АО «Кодекс» Стандартинформ, М.: 2010.
5. ГОСТ Р ИСО 14041 – 2000 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Определение цели, области исследования и инвентаризационный анализ» // ИПК Издательство стандартов, М.: 2000.
6. ГОСТ Р ИСО 14042 – 2001 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла» // ВНИИКИ, М.: 2001.
7. ГОСТ Р ИСО 14043 - 2001 «Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла» // ВНИИКИ, М.: 2001.
8. ГОСТ Р ИСО 19011 – 2012 «Руководящие указания по аудиты систем менеджмента» // ОАО «ВНИИС», М.: 2012.
9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» // АНО «НИЦ КД», М.: 2011.
10. ГОСТ 20907 «Смолы фенолформальдегидные жидкие. Технические условия», 2007 г.
11. Гигиенический норматив ГН 2.1.6.3492 – 17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений», 2017 г.
12. Корпоративный стандарт IWAY // Совет IWAY, выпуск 5.2: 2016 – 18 с.
13. Павлова Т. М. Программа производственного экологического контроля - ИН 4800.15, Киров: 2016 – 14 с.
14. Павлова Т. М. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение – СТ – 4800 – 06, Киров: 2016 – 98 с.
15. Павлова Т. М. Технологическая инструкция по изготовлению щита на прессе КАЛЛЕСО – ИН – 2201.01, Киров: 2016 – 6 с.
16. Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. №372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», 2000
17. СТО – 56171713 – 010 – 2015 «Покрытия напольные из древесины. Требования экологической безопасности и методы оценки» НП «Экологический союз», 2015.
18. СТО – 56171713 – 006 – 2015 «Материалы лакокрасочные. Требования экологической безопасности и методы оценки» НП «Экологический союз», 2015.
19. ТР ТС 018 / 2011 «Технический регламент Таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств» // АО «Кодекс», М.: 2018.
20. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. №7. (ред. От 29 июля 2018 г.).
21. FSC – STD – RUS - V6 1 – 2012 «Российский национальный стандарт добровольной лесной сертификации по схеме FSC» // Российский национальный офис FSC, M.: 2012.

# Приложение 1

**Список принятых сокращений**

ОЖЦ – оценка жизненного цикла;

ИАЖЦ – инвентаризационный анализ жизненного цикла;

ОВЖЦ – оценка воздействия жизненного цикла;

ПЭК – производственный экологический контроль;

ССК – сушильно-складской комплекс;

ДОП – деревообрабатывающее производство;

ПОиКМ – производство отделки и комплектации мебели;

ПТБ – производство топливных брикетов;

ЦРиОО – центр ремонта и обслуживания оборудования;

ГСМ – горюче-смазочные материалы;

ЦМС – центр материального снабжения;

УОСВ – установки очистки сточных вод;

ЛКМ – лакокрасочные материалы;

ПНОЛР – проект нормативов образования отходов и лимитов их размещения;

ПВА – поливинилацетат;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДУ – предельно допустимый уровень;

СЗЗ – санитарно-защитная зона;

НДС – норматив допустимого сброса;

НОЛРО – нормативы образования и лимиты на размещение отходов;

НВОС – негативное воздействие на окружающую среду;

ЛОС – летучие органические соединения;

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду;

НДТ – наилучшие доступные технологии;

ДВП – древесноволокнистая плита;

ДСП – древесностружечная плита;

# Приложение 2

**Модель системы жизненного цикла продукции**

Выторцовка дефектов

Заготовки с дефектами

Остывший пиломатериал

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ПРОИЗВОДСТВО: ДОП

Раскрой по длине

+ энергоснабжение; + аспирация; + электроштабелер.

- отходы горбыля, рейки из натуральной древесины; - древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные; - отработанные аккумуляторы.

Подсушенный пиломатериал

Остывочное помещение

- тепловое воздействие на ОС; - испаряющаяся из древесины влага.

Сушильное отделение

+ Электроэнергия для нагрева

- тепловое воздействие на ОС; - испаряющаяся из древесины влага.

Доставка сырья на территорию предприятия

- отходы полимерных материалов; - отработанные аккумуляторы; - выбросы выхлопных газов в атмосферный воздух.

пиломатериал

+ автотранспорт; + автопогрузчик.

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ПРОИЗВОДСТВО: СУШКА

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------СЫРЬЕ, ПРИОБРЕТЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Заготовки для столешницы и царги

Заготовки для ножек

+ энергоснабжение; + электроштабелер; +аспирация.

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные; - отработанные аккумуляторы.

Фрезеровка в размер: 0,092 х 0,094

Фрезеровка в размер: 0,021 х 0,043 м

Заготовки с дефектами

+ энергоснабжение; + аспирация

- отходы рейки и горбыля из натуральной древесины; - отходы древесные чистые несортированные;

Заготовки без дефектов для столешницы и царги

Заготовки без дефектов для ножек

Фрезеровка заготовок на минишип

+ энергоснабжение; + аспирация

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные

Заготовки с фрезерованием на минишип

- клеевые промывные воды; -тара со следами клея; - загрязненная ветошь; - испарения клея. Разливы клея (ЧС)

Сращенные на минишип заготовки

Сушка заготовок

+ энергоснабжение для обеспечения вентиляции.

- Испарения от клея

Склеенные и высушенные заготовки по длине

+ энергоснабжение; + клей Rakoll; + вода и ветошь

Сращивание по длине

Заготовки заданного размера

Строжка в размер

Заготовки заданного размера

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные

+ энергоснабжение; + аспирация

Строжка в размер

- отходы клея (затвердевшей смолы); - тара от клеевой системы со следами вещ-в; - загрязненная ветошь; - испарения клея с примесью ф/ф. Разливы клеевой системы (ЧС)

Сращивание по ширине в щит

Заготовки заданного размера

Заготовки заданного размера

+ энергоснабжение; + клеевая система: клей и отвердитель; + вода и ветошь

Сращивание по ширине в ножку

Сращенные щиты

Сращенные ножки по ширине

- Испарения от клеевой системы с присутствием фенол формальдегида; - отработанные аккумуляторы.

Выдержка в ступе 24 часа

+ энергоснабжение для обеспечения вентиляции + электроштабелер

Сращенные заготовки для ножек по ширине

Сращенные шиты + брак

- древесные отходы из натуральной древесины несортированные

+ энергоснабжение + аспирация

Раскрой заготовок; брак на царги

Заготовки столешниц и царог

Строжка в размер, снятие фасок

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные

Строжка в размер, снятие фасок и пропил пазов

+ энергоснабжение; + аспирация

Заготовки ножек с пазами

Заготовки столешниц и царог с пазами

Просверливание отверстий

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные; - отработанные аккумуляторы.

Просверливание отверстий по заданным чертежам

+ энергоснабжение; + аспирация; + автопогрузчик.

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ПРОИЗВОДСТВО: ПОиКМ

Заготовки ножек

Заготовки столешниц и царог

- древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные

+ энергоснабжение + аспирация

Обеспыливание

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами краски; - загрязненная ветошь. Разлив краски (ЧС)

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - пустая тара со следами грунта; - загрязненная ветошь. Разлив грунта (ЧС)

Обеспыленные заготовки ножек

Обеспыленные заготовки щита и царги

+ энергоснабжение; + вод. краситель; + растворитель; + вода и ветошь

Вертикальное окрашивание

+ энергоснабжение; + грунтовка; + вода и ветошь

Грунтовка 1

Стол. и царга прогрунт. с 1 стороны

Окрашенные по граням ножки

- испарения от грунтовки; - отработанные УФ-лампы.

- испарения от краски.

+ энергоснабжение.

Сушка

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Высушенные ножки

Стол. и царга с подсушенной грунт.

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - пустая тара со следами грунта; - загрязненная ветошь. Разлив грунта (ЧС)

- отработанная шлиф. лента; - древесные отходы загрязненные (опил и пыль).

+ энергоснабжение; + шлиф. лента; + аспирация.

+ энергоснабжение; + грунтовка; + вода и ветошь

Шлифовка

Грунтовка 2

Отшлифованные ножки

Стол. и царга прогрунт. с 2 стороны

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами вод. лака; - загрязненная ветошь. Разлив лака (ЧС)

+ энергоснабжение; + водный лак + концентрат; + растворитель; + вода и ветошь.

Вертикальная лакировка

- испарения от грунтовки; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Полакированные по граням ножки

Стол. и царга с подсушенной грунт.

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля - пустая тара со следами краски; - загрязненная ветошь. Разлив краски (ЧС)

Полакированные по граням ножки

- испарения от водного лака.

+ энергоснабжение.

Сушка

+ энергоснабжение; + водная краска; + растворитель + вода и ветошь

Краситель1

Стол. и царга с подсушенной грунт.

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами грунта; - загрязненная ветошь. Разлив краски (ЧС)

Высушенные ножки

+ энергоснабжение; + вод. краситель; + растворитель; + вода и ветошь

Горизонтальное окрашивание

Стол. и царга окраш. с 1 стороны

- испарения от краски; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Окрашенные по верх. и ниж. граням ножки

Стол. и царга с подсушенной окраской

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами краски; - загрязненная ветошь. Разлив каски (ЧС)

+ энергоснабжение; + водная краска; + растворитель; + вода и ветошь.

- испарения от водного лака.

+ энергоснабжение.

Сушка

Краситель2

Высушенные ножки

Стол. и царга окраш. с 2 стороны

- отработанная шлиф. лента; - древесные отходы загрязненные (опил и пыль).

+ энергоснабжение; + шлиф. лента; + аспирация.

- испарения от краски; - отработанные УФ-лампы.

Шлифовка

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Отшлифованные ножки

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами вод. лака; - загрязненная ветошь. Разлив лака (ЧС)

Стол. и царга с подсушенной окраской

+ энергоснабжение; + водный лак + концентрат; + растворитель; + вода и ветошь.

Горизонтальная лакировка

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами вод. лака; - загрязненная ветошь. Разлив лака (ЧС)

+ энергоснабжение; + водный лак + концентрат; + растворитель; + вода и ветошь.

Лакировка 1 стороны

Полакированные ножки

Полакированные стол. и царги

- испарения от водного лака.

+ энергоснабжение.

Сушка

+ энергоснабжение.

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами финиш лака; - загрязненная ветошь. Разлив финиш-лака (ЧС)

Высушенные ножки

- испарения от водного лака.

Сушка

+ энергоснабжение; + финиш лак 1; + растворитель; + вода и ветошь.

Финиш лак вертикально

- отработанная шлиф. лента; - древесные отходы загрязненные (опил и пыль).

Высушенные стол. и царги

+ энергоснабжение; + шлиф. лента; + аспирация.

Шлифовка

Полакированные ножки

Отшлифованные стол. и царги

- испарения от лака; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами вод. лака; - загрязненная ветошь. Разлив лака (ЧС)

+ энергоснабжение; + водный лак + концентрат; + растворитель; + вода и ветошь.

Лакировка 2 стороны

Ножки с подсушенным лаком

Полакированные стол. и царги

- пустая тара от воска; - загрязненная ветошь.

+ энергоснабжение; + мягкий воск; + затирочный мат.

Заделка дефектов

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами финиш лака; - загрязненная ветошь. Разлив финиш- лака (ЧС)

- испарения от водного лака.

+ энергоснабжение.

Сушка

Ножки без дефектов

Стол. и царги подсушенным лаком

+ энергоснабжение; + финиш лак 2; + растворитель; + вода и ветошь.

- пустая тара от воска; - загрязненная ветошь.

+ энергоснабжение; + мягкий воск; + затирочный мат.

Финиш лак горизонтально

Заделка дефектов

Полакированные ножки

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами финиш лака; - загрязненная ветошь. Разлив финиш-лака (ЧС)

Столешницы и царги без дефектов

- испарения от финиш-лака; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

+ энергоснабжение; + финиш лак 1; + растворитель; + вода и ветошь.

Финиш лак 1

Ножки с высохшим финиш лаком

Столешница и царга полакир. с 1 стороны

- испарения от лака; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Стол. и царга с подсушенным лаком 1 ст.

- отходы негал. от раст. и их смеси от промывки; - выбросы аэрозоля; - пустая тара со следами финиш лака; - загрязненная ветошь. Разлив финиш-лака (ЧС)

+ энергоснабжение; + финиш лак 2; + растворитель; + вода и ветошь.

Финиш лак 2

Стол. и царга полакир. с 2 сторон

Ножки с высохшим финиш лаком

Стол. и царга полакир. с 2 сторон

- испарения от финиш-лака; - отработанные УФ-лампы.

+ энергоснабжение; + УФ-лампы

УФ-сушка

Стол. и царга с подсушенным лаком с 2 ст.

Комплектация и частичная сборка деталей

Готовое изделие

- отходы полимерных материалов; - отходы упаковочного гофрокартона, незагрязненные; - отходы бумажной клеевой ленты; - деревянная упаковка из натуральной древесины.

+ энергоснабжение; + полимерная пленка; + гофрокартон; + деревянные поддоны; + полипропиленовая лента; + бумажная клеевая лента.

Упаковка готового изделия

Готовое к упаковке изделие

+ энергоснабжение;

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ТРАНСПОРТИРОВКА

- отработанные аккумуляторы.

+ автопогрузчик.

Загрузка продукта в автотранспорт

Готовое изделие

- отработанные аккумуляторы.

+ вентиляция; + автопогрузчик;

Складирование на территории предприятия

Размещение поврежденного изделия на полигоне

Использование в тех. процессе в качестве вторичного сырья

Изделие переставшее быть в использовании вследствие его старения или повреждения

- Выбросы в атмосферный воздух продуктов сгорания дизельного топлива.

+ грузовой автотранспорт.

Транспортировка до ближайшего предприятия на переработку

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------РЕЦИКЛИНГ

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Изделие переставшее быть в использовании вследствие его старения или повреждения

Сбор и складирование на организованной территории с целью накопления

Изделие переставшее быть в использовании вследствие его старения или повреждения

Возврат изделия вышедшего из строя на предприятия для рециклинга

+ Запасные детали; + лакокрасочные материалы;

Ремонт изделия

Поврежденное изделие

Эксплуатация изделия

Готовое изделие

- Отходы в виде упаковочного материала.

Реализация товара потребителю

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------РЕАЛИЗАЦИЯ

Готовое изделие

- Выбросы в атмосферный воздух продуктов сгорания дизельного топлива.

+ грузовой автотранспорт.

Транспортировка до дистрибьютора

Готовое изделие

Готовый продукт

Комплектация и упаковка

- Отходы термоусадочной пленки (втулки); - Обрезь гофрокартона; - Отходы полиэтиленовой пленки (втулки); - поврежденные деревянные поддоны

+ термоусадочная пленка; + гофрокартон; + полиэтиленовая пленка; + деревянные поддоны

Прессованная лента

Раскрой ленты на брикеты

+ энергоснабжение.

- Древесные отходы

Брикеты заданного размера

Сушка брикетов

+ энергоснабжение для нагрева.

- Испарение влаги

Высушенные брикеты

Охлаждение брикетов

- Древесные отходы

Древесные отходы из чистой древесины несортированные

Накопление в бункере

+ система пневмотранспорта (аспирация)

- Древесные отходы от зачистки оборудования

Древесное сырье

Транспортировка в бункер дозатор

+ система пневмотранспорта (аспирация)

- Древесные отходы от зачистки оборудования

Древесное сырье

Прессование брикетов

+ энергоснабжение; + нагрев сырья

- Древесные отходы

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ

Готовое изделие

Складирование на территории предприятия

+ вентиляция; + автопогрузчик;

- отработанные аккумуляторы.

Готовое изделие

Загрузка продукта в автотранспорт

+ автопогрузчик.

- отработанные аккумуляторы.

Эксплуатация изделия

Готовое изделие

- Отходы в виде упаковочного материала.

Реализация товара потребителю

Готовое изделие

- Выбросы в атмосферный воздух продуктов сгорания дизельного топлива.

+ грузовой автотранспорт.

Транспортировка до ближайшего дистрибьютора

Готовое изделие

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ЭКСПЛУАТАЦИЯ

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------РЕАЛИЗАЦИЯ

-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------ТРАНСПОРТИРОВКА