

# Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 51-74

## МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**В.В. Батаев**

Самарский государственный технический университет  
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: bataev.63@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной проблеме повышения эффективности внешнеэкономической деятельности предприятий металлургической и машиностроительной отраслей промышленности.

Для повышения экономической эффективности функционирования промышленных предприятий в процессе реализации внешнеэкономической деятельности (ВЭД) предлагается алгоритм многофакторного анализа, включающий процедуру оптимизации системы взаимодействия предприятия с таможенными органами. При разработке и апробации алгоритма в качестве ключевых звеньев, определяющих повышение эффективности ВЭД предприятия, рассматриваются таможенные операции.

Для проведения многофакторного анализа сравнительной эффективности совершенных импортных и/или экспортных таможенных операций формулируются задачи математического программирования на основе CCR модели DEA (Data envelopment Analysis) метода. Полученные в результате решения задач математического программирования относительные оценки эффективности позволяют выявить неэффективные или наименее эффективные экспортные и импортные таможенные операции.

На основе ориентированных взвешенных графов разработаны процедуры оптимизации следующих параметров таможенных операций: времени совершения таможенных операций, трудозатрат предприятия, финансовых издержек, связанных с соблюдением установленных запретов и ограничений внешнеторговой деятельности.

Апробация алгоритма осуществлена на примере промышленного предприятия металлургической отрасли промышленности АО «Арконик СМЗ», осуществляющего экспортные операции по реализации крышечной ленты собственного производства, а также импортные операции поставки лака, который является необходимым технологическим материалом для обеспечения производственного процесса ленты.

Принимаемые на основании сравнительных оценок полученных результатов оптимизации управленческие и операционные решения позволяют исключить неэффективные таможенные операции ВЭД промышленного предприятия.

---

Батаев Вячеслав Викторович, доцент кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов».

**Ключевые слова:** ВЭД промышленного предприятия, таможенная операция, многофакторный анализ, DEA-метод, параметрическая оптимизация, метод графов, сравнительная оценка.

## **Введение**

В условиях рыночной экономики осуществление промышленными предприятиями самостоятельной и независимой внешнеэкономической деятельности дает значительные преимущества. Внешнеэкономическая деятельность – это внешне-торговая, инвестиционная и иная деятельность, включая производственную ко-операцию, в области международного обмена товарами, информацией, работами, услугами, результатами интеллектуальной деятельности (правами на них) [1].

Осуществляемая промышленными предприятиями ВЭД является неотъемлемой частью всей их финансово-хозяйственной деятельности. Внешнеэкономическая деятельность позволяет предприятиям расширять географию реализации на экспорт готовой продукции собственного производства за счет освоения новых внешних рынков. Кроме того, для целого ряда промышленных предприятий непрерывность производственного процесса достигается бесперебойными поставками импортного сырья, материалов и полуфабрикатов для производства готовой продукции, а своевременные закупки запасных частей, комплектующих и нового оборудования способствуют поддержанию в рабочем состоянии, модернизации и расширению производственных мощностей предприятий.

Однако осуществление ВЭД сопряжено с наличием административных барьеров в виде мер государственного регулирования внешнеэкономической деятельности. Одной из таких мер являются запреты и ограничения внешнеторговой деятельности, соблюдение которых участником ВЭД подтверждается посредством представления в таможенный орган разрешительных документов, выдаваемых федеральными органами исполнительной власти и иными уполномоченными организациями. Оформление и получение разрешительных документов, подтверждающих соблюдение установленных запретов и ограничений, влечет для предприятия – участника ВЭД непроизводственные издержки в виде дополнительных финансовых и временных затрат, в т. ч. трудозатрат на совершение персоналом предприятия дополнительных операций. Наличие административных барьеров негативно отражается на экономической эффективности производственной деятельности предприятия.

Для повышения экономической эффективности ВЭД промышленных предприятий в статье предлагается алгоритм многофакторного анализа и оптимизации отдельных таможенных операций, совершаемых должностными лицами предприятия во взаимодействии с таможенными органами.

## **1. Алгоритм многофакторного анализа и оптимизации**

Разработанный алгоритм позволяет провести многофакторный анализ эффективности функционирования предприятия в процессе реализации ВЭД. Алгоритм включает процедуру оптимизации системы взаимодействия предприятия с таможенными органами, которая позволяет повысить эффективность выявленных неэффективных таможенных операций. При разработке и апробации алгоритма в качестве ключевых звеньев, определяющих повышение эффективности ВЭД предприятия, рассматривались таможенные операции, совершаемые сотрудниками предприятия во взаимодействии с таможенными органами.

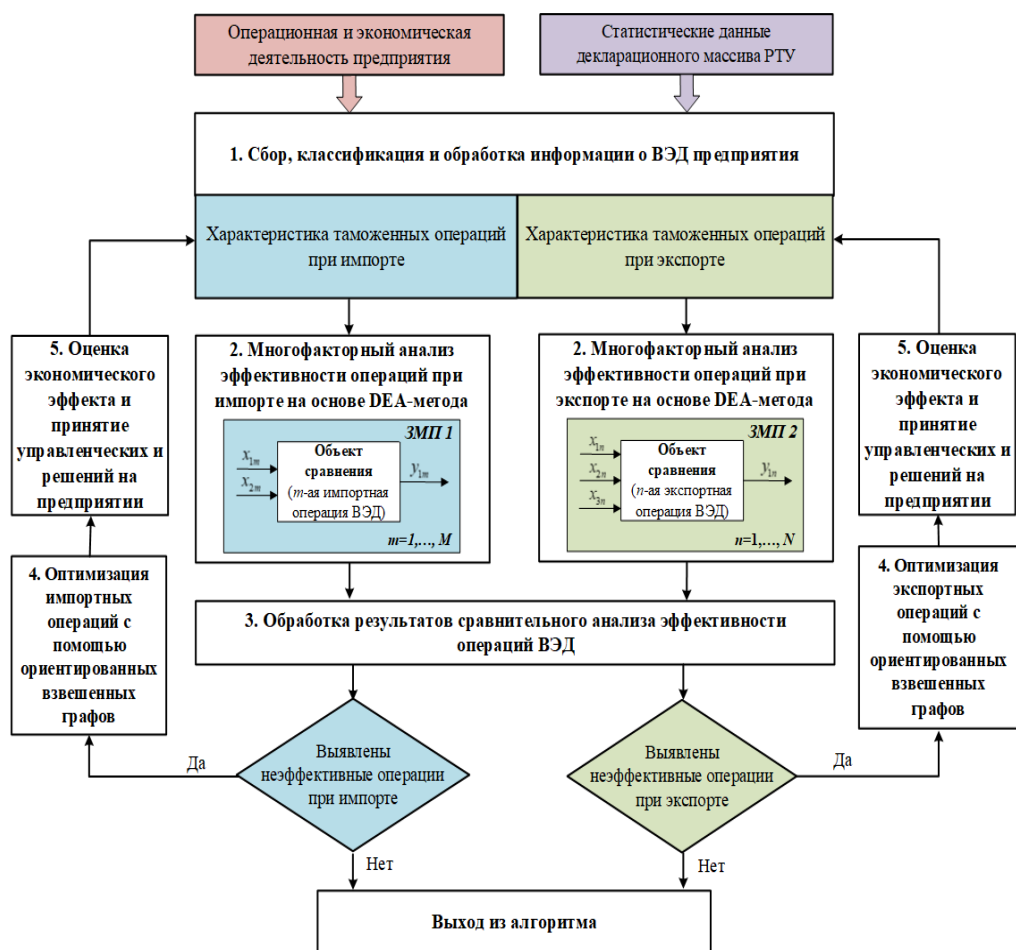


Рис. 1. Алгоритм многофакторного анализа и оптимизации эффективности операций ВЭД предприятия на основе метода графов и DEA-метода

Представленный алгоритм включает в себя следующие основные этапы (рис. 1):

1. Сбор, классификация и обработка информации о ВЭД предприятия. На данном этапе на основе изучения операционной и экономической деятельности промышленного предприятия и анализа статистических данных декларационного массива таможенных органов осуществляется сбор, классификация и обработка информации о внешнеэкономической деятельности промышленного предприятия. Для этого выделяются основные типы и характеристики совершаемых сотрудниками предприятия и должностными лицами таможенных органов таможенных операций. В зависимости от вида деятельности и отраслевой принадлежности исследуемого предприятия таможенные операции могут быть экспортными и/или импортными. В большинстве случаев крупные промышленные предприятия – участники ВЭД импортируют производственное оборудование и сырье (комплектующие) для производства продукции, а экспортируют готовую продукцию. В качестве анализируемых критериев могут быть выбраны такие характеристики та-

моженных операций, как количество товарных партий, масса и стоимость декларируемой продукции, сроки совершения таможенных операций, суммы трудозатрат, величина финансовых расходов и др. Для проведения сравнительной оценки таможенные операции группируются по составу и количеству совершаемых действий и стадий, составляющих эти операции.

2. Многофакторный анализ эффективности операций ВЭД на основе DEA-метода. На следующем этапе оценивается сравнительная эффективность таможенных операций по реализации ВЭД промышленного предприятия, для чего проводится их многофакторный анализ на основе DEA (Data envelopment Analysis) метода [2]. Согласно методологии DEA-метода формулируются задачи математического программирования (ЗМП) с помощью ССР модели, результатом решения которых являются относительные оценки эффективности совершения импортных и/или экспортных таможенных операций.

3. На этапе обработки результатов сравнительного анализа эффективности таможенных операций выявляются неэффективные или наименее эффективные операции, которые необходимо оптимизировать для повышения общей эффективности внешнеэкономической деятельности предприятия. При этом выбранный метод DEA дает возможность получения сравнительных интегральных относительных многофакторных оценок и их визуализации в наглядной и легкой для понимания форме.

4. Для оптимизации выявленных неэффективных или наименее эффективных таможенных операций применяются ориентированные взвешенные графы, вершины которых представляют отдельные действия по совершению операций сотрудниками предприятия и должностными лицами таможенных органов. Весами ребер выступают анализируемые параметры, характеризующие таможенные операции (длительности совершения отдельных действий, величины трудозатрат и финансовых издержек предприятия и т. п.) и рассматриваемые в качестве входов и/или выходов модели сравнительной оценки эффективности таможенных операций, построенной на основе DEA-метода на предыдущем этапе алгоритма. Задачи параметрической оптимизации решаются путем нахождения кратчайшего пути или максимального потока в графе от начальной вершины (регистрация ДТ) до конечной (выпуск (помещение) декларируемых товаров под заявленную таможенную процедуру). По результатам решения задач оптимизации разрабатываются предложения об исключении отдельных действий из операций или изменении их параметров (исключение отдельных вершин и изменение весовых значений ребер графа).

5. На заключительном этапе разработанного алгоритма многофакторного анализа проводится оценка экономического эффекта от внедрения предложений по оптимизации, по результатам которой на предприятии принимаются управленческие решения. Последовательная реализация этапов алгоритма при необходимости повторяется.

## **2. Анализ внешнеэкономической деятельности АО «Арконик СМЗ»**

Апробация описанного выше алгоритма проведена на примере внешнеэкономической деятельности предприятия металлургической отрасли промышленности АО «Арконик СМЗ».

2.1. Сбор, классификация и обработка информации о ВЭД предприятия. Для оценки эффективности внешнеэкономической деятельности предприятия определены основные типы и характеристики совершаемых таможенных операций, связанных с осуществлением экспорта готовой продукции собственного производства и импорта технологических материалов, необходимых для обеспечения производственного процесса на АО «Аркони́к СМЗ».

В качестве примера продукции собственного производства выбрана крышечная лента из алюминиевых сплавов для производства баночной продукции. Эффективность ВЭД, направленной на импорт технологических материалов, проанализирована на примере операций по импорту лака, предназначенного для лакирования крышечной ленты.

Технологической особенностью производства крышечной ленты является ее дополнительное покрытие (лакирование). Разработанная технология, подобранная оптимальная спецификация лака, режимы проката и сушки, проведение испытаний продукции на заводе и на стороне заказчиков позволяют сохранять необходимые механические свойства алюминиевой ленты. При этом затраты предприятия на лакирование крышечной ленты являются значительными, составляют до 15 % себестоимости продукции, уступая лишь стоимости сырья, и превышают расходы на такие технологические операции, как легирование, литье заготовок, нагрев и горячая прокатка, холодная прокатка и др. Именно доля технологического процесса лакирования в структуре себестоимости готовой продукции (крышечной ленты) послужила основанием для выбора данного вида лака в качестве примера для оценки эффективности совершения импортных таможенных операций.

2.2. Многофакторный анализ эффективности операций ВЭД на основе DEA-метода. Перечисленные в табл. 1 и 2 варианты совершения таможенных операций рассматриваются в качестве группы объектов для многофакторной сравнительной оценки эффективности в анализируемом календарном году.

Объектом многофакторного анализа при экспорте является  $n$ -ная таможенная операция,  $n = \overline{1, N}$ , где  $N$  – количество экспортных операций ВЭД в анализируемом году. Модель сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при экспорте товаров собственного производства (крышечная лента), разработанная согласно методологии DEA-метода [2], представлена на рис. 2.

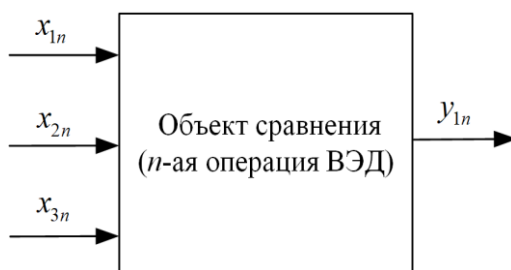


Рис. 2. Модель сравнительной оценки эффективности таможенных операций при экспорте

В результате анализа операционной и экономической деятельности исследуемого промышленного предприятия и статистических данных декларационного

массива Самарской таможни по учету внешнеторговых сделок в 2017–2020 гг. были определены 21 экспортная ( $N=21$ ) и 10 импортных ( $M=10$ ) таможенных операций. Варианты совершения операций отличаются между собой различными сочетаниями действий при таможенном декларировании и таможенном контроле товаров (табл. 1 и 2).

Таблица 1

**Структура и состав таможенных операций, совершаемых при импорте продукции**

№	Варианты осуществления операций	Описание таможенных операций
1	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – форматно-логический контроль – выпуск товаров
2	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа – выпуск товаров
3	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрДокТО – Отв – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа – дополнительный запрос документов таможенным органом – ответ декларанта – выпуск товаров
4	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрРдокТО – ЗакрСВХ – ПредРдок – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа – дополнительный запрос разрешительных документов таможенным органом по результатам ответа декларанта – склад временного хранения закрытого типа – представление разрешительных документов – выпуск товаров
5	ПодДТ – ОтказАР ДТ – ОтказРегДТ – ЗакрСВХ	Подача ДТ – отказ в автоматической регистрации ДТ – отказ в регистрации ДТ должностным лицом таможенного органа – склад временного хранения закрытого типа – возврат на этап формирования и подачи ДТ
6	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – Вып	Подача ДТ – отказ в автоматической регистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – форматно-логический контроль – выпуск товаров
7	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – Вып	Подача ДТ – отказ в автоматической регистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа – выпуск товаров

№	Варианты осуществления операций	Описание таможенных операций
8	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – Вып	Подача ДТ – отказ в автоматической регистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта – выпуск товаров
9	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрРдокТО – ЗакрСВХ – ПредстРдок – Вып	Подача ДТ – отказ в автоматической регистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – форматно-логический контроль – запрос таможенного органа – ответ декларанта – дополнительный запрос разрешительных документов таможенным органом по результатам ответа декларанта – склад временного хранения закрытого типа – представление декларантом разрешительных документов – выпуск товаров
10	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – ЗакрСВХ – АТД – СведПодтв – Вып	Подача декларации на товары – отказ в автоматической регистрации декларации на товары – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – выявление профиля риска АТД – проведение таможенного досмотра – сведения, заявленные в ДТ, по результатам таможенного досмотра подтверждены – выпуск товаров

Таблица 2

**Структура и состав таможенных операций, совершаемых при экспорте продукции**

№	Варианты осуществления операций	Описание таможенных операций
1	ПодДТ – АР ДТ – АВ	Подача декларации на товары (ДТ) – автоматическая регистрация ДТ – автоматический выпуск товаров
2	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – форматно-логический контроль (ФЛК) – выпуск товаров
3	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – УслНеСобл – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – условия выпуска не соблюдены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
4	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа (ТО) – выпуск товаров
5	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – УслНе-	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос ТО – условия

№	Варианты осуществления операций	Описание таможенных операций
	Собл – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	выпуска не соблюдены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
6	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрДокТО – Отв - Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос ТО – дополнительный запрос документов таможенным органом – ответ декларанта – выпуск товаров
7	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрДокТО – Отв – УслНеСобл – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос ТО – дополнительный запрос документов таможенным органом – ответ декларанта – условия выпуска не соблюдены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
8	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрРдокТО – ПредстРдок – Вып	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос ТО – дополнительный запрос разрешительных документов ТО по результатам ответа декларанта – представление декларантом разрешительных документов – выпуск товаров
9	ПодДТ – АР ДТ – ОтказАВ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрРдокТО – НеПредстРдок – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – автоматическая регистрация ДТ – отказ в автоматическом выпуске товаров – ФЛК – запрос ТО – ответ декларанта на запрос ТО – дополнительный запрос разрешительных документов ТО по результатам ответа декларанта – разрешительные документы не представлены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
10	ПодДТ – ОтказАР ДТ – ОтказРегДТ	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – отказ в регистрации ДТ должностным лицом ТО – возврат на этап формирования и подачи ДТ
11	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос ТО – ответ декларанта на запрос ТО – выпуск товаров
12	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ОткВып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос таможенного органа – условия выпуска не соблюдены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
13	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрДокТО – Отв – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта на запрос ТО – дополнительный запрос документов таможенным органом по результатам ответа декларанта – ответ декларанта на запрос таможенного органа – выпуск товаров

№	Варианты осуществления операций	Описание таможенных операций
14	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрДокТО – Отв - УслНеСобл – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос ТО – ответ декларанта на запрос таможенного органа – дополнительный запрос документов таможенным органом по результатам ответа декларанта – ответ декларанта на запрос таможенного органа – условия выпуска не соблюдены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи декларации на товары
15	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв – ДопЗапрРДокТО – ПредстРдок – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос ТО – ответ декларанта – дополнительный запрос разрешительных документов таможенным органом по результатам ответа декларанта – представление декларантом разрешительных документов – выпуск товаров
16	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ФЛК – ЗапрТО – Отв - ДопЗапрРДокТО – НеПредстРдок – ОткВып (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – запрос таможенного органа – ответ декларанта – дополнительный запрос разрешительных документов ТО по результатам ответа декларанта – разрешительные документы не представлены – отказ в выпуске товаров – возврат на этап формирования и подачи ДТ
17	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – АТД – СведПодтв – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – выявление профиля риска – проведение таможенного досмотра – сведения подтверждены – выпуск товаров
18	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – АТД – ВыявлРасх – КДТ – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – ФЛК – выявление профиля риска – проведение таможенного досмотра – выявление расхождений в сведениях о товаре – корректировка ДТ – выпуск товаров
19	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – АТД – ВыявлРасх – КДТ – ПредстРдок – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом таможенного органа – ФЛК – выявление профиля риска – проведение таможенного досмотра – выявление расхождений в сведениях о товаре – корректировка ДТ – представление разрешительных документов – выпуск товаров
20	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – АТД – ВыявлРасх – КДТ – ПредстРдок – АП – Вып	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – выявление профиля риска – проведение таможенного досмотра – выявление расхождений в сведениях о товаре – корректировка ДТ – представление разрешительных документов – привлечение к административной ответственности – выпуск товаров
21	ПодДТ – ОтказАР ДТ – РегДТ – ВыявлПР – ФЛК – АТД – ВыявлРасх – ОткВып – АП (возврат на предыдущий уровень)	Подача ДТ – отказ в авторегистрации ДТ – регистрация ДТ должностным лицом ТО – ФЛК – выявление профиля риска – проведение таможенного досмотра – выявление расхождений в сведениях о товаре – отказ в выпуске товаров – привлечение к административной ответственности – возврат на этап подачи ДТ

Характеристики таможенных операций внешнеэкономической деятельности в 2020 г. при импорте лака для производства крышечной ленты представлены в табл. 3, при экспорте крышечной ленты – в табл. 4. В первых столбцах табл. 3 и 4 приведены порядковые номера (см. табл. 1 и 2) выбранных для сравнительного анализа эффективности вариантов реализации ВЭД предприятием во взаимодействии с таможенными органами.

Таблица 3

**Характеристики таможенных операций ВЭД при импорте лака  
для крышечной ленты за 2020 год**

<i>m</i>	Количество товарных партий, шт.	Масса продукции, т	Прибыль от реализации продукции (крышечной ленты), тыс. руб.	Суммарное время совершения таможенных операций, час
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>1</b>	4	200.9	17875	6.4
<b>2</b>	3	155	13763	12
<b>3</b>	3	188.4	16615	21.6
<b>4</b>	3	149.1	13126	310.2
<b>5</b>	2	111.8	9846	11.2
<b>6</b>	3	117.1	10413	6
<b>7</b>	3	153.2	13570	13.2
<b>8</b>	2	149.5	13178	15.2
<b>9</b>	3	147.7	12969	311.4
<b>10</b>	1	35	3034	38.8
<b>Σ</b>	<b>27</b>	<b>1407.7</b>	<b>124389</b>	<b>746</b>
<i>m</i>	Трудозатраты предприятия на реализацию ВЭД, человеко-часы	Общие затраты на ВЭД, тыс. руб.		
		Затраты на ЗП сотрудников предприятия, реализующих ВЭД	Суммарные затраты, тыс. руб.	
<i>1</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	
<b>1</b>	26	14.268	86.268	
<b>2</b>	21	11.601	83.601	
<b>3</b>	27	15.201	87.201	
<b>4</b>	36	19.935	115.935	
<b>5</b>	22	12.534	60.534	
<b>6</b>	19.5	10.701	58.701	
<b>7</b>	21	11.601	83.601	
<b>8</b>	18	10.134	82.134	
<b>9</b>	36	19.935	115.935	
<b>10</b>	13.5	7.545	31.545	
<b>Σ</b>	<b>240</b>	<b>133.455</b>	<b>805.455</b>	

Таблица 4

**Характеристики таможенных операций ВЭД при экспорте  
крышечной ленты за 2020 год**

п*	Количество товарных партий, шт.	Масса продукции, т	Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	Суммарное время совер- шения опера- ций, час	Трудозатраты предприятия на реализа- цию ВЭД, человеко- часы
1	2	3	4	5	6
1	307	200.9	87691	540.7	1869
2	101	155	25208	671.6	554
4	39	188.4	7509	666	202
6	4	149.1	942	538.8	38
8	2	111.8	640	578.8	39
10	2	117.1	385	514.8	17
11	2	153.2	550	518.8	15
12	2	149.5	637	522.8	31
13	2	147.7	384	525.2	16
15	3	35	587	614.4	39
<b>Σ</b>	<b>464</b>	<b>1407.7</b>	<b>124533</b>	<b>5692</b>	<b>2821</b>
п*	Затраты на ЗП сотрудни- ков предпри- ятия, тыс.руб.	Дополнительные затраты предприятия на ВЭД, тыс. руб.			
		Заклучения ЦНИЭ, тыс.руб.	Простои трансп. средств, тыс.руб.	Суммарные затраты, тыс.руб.	
1	7	8	9	10	
1	734.799	12	0	12	
2	217.915	96	0	96	
4	79.443	84	0	84	
6	16.462	36	0	36	
8	14.316	48	73	121	
10	5.927	24	0	24	
11	4.747	12	0	12	
12	12.578	24	0	24	
13	7.055	24	0	24	
15	16.021	36	110	146	
<b>Σ</b>	<b>1109.263</b>	<b>396</b>	<b>184</b>	<b>80</b>	

Входными параметрами  $x_{jn}$ ,  $j = \overline{1,3}$ ,  $n = \overline{1,N}$  модели сравнительной оценки эффективности экспортных операций ВЭД являются следующие показатели:

–  $x_{1n}$  – трудозатраты сотрудников предприятия, осуществляющих операций ВЭД при экспорте [человеко-часы/год], характеризующие выполняемую сотрудниками предприятия работу за календарный год (табл. 4, столбец 6);

–  $x_{2n}$  – затраты на заработную плату сотрудников предприятия [руб./год], осуществляющих операции ВЭД при экспорте за календарный год (табл. 4, столбец 7);

–  $x_{3n}$  – дополнительные затраты предприятия, возникающие в связи с необходимостью оформления разрешительных документов в области экспортного контроля (экспертных заключений) и простоем транспортных средств перед погрузкой [тыс. руб./год], суммируемые по каждой  $n$ -ной таможенной операции ВЭД за календарный год (табл. 4, столбец 10).

Выходным параметром  $y_{1n}, n = \overline{1, N}$  модели сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при экспорте крышечной ленты является отношение прибыли предприятия от экспорта данной продукции при осуществлении  $n$ -ной таможенной операции к суммарному времени технологических операций и операций [тыс. руб./час], осуществляемых сотрудниками таможни, за календарный год, определяемое по формуле

$$y_{1n} = \frac{P_n}{T_{1n}}, \quad (1)$$

где  $P_n$  – годовая прибыль предприятия от реализации товара по  $n$ -ной таможенной операции при экспорте крышечной ленты [тыс. руб./год] (табл. 4, столбец 4);

$T_{1n}$  – суммарное время, учитывающее длительность технологических операций по производству крышечной ленты и сроки совершения таможенных операций, за год по  $n$ -ной таможенной операции ВЭД [час/год] (табл. 4, столбец 5).

Исходные численные данные для модели сравнительной оценки эффективности совершенных в 2020 году таможенных операций, связанных с экспортом крышечной ленты, представлены в табл. 5.

Таблица 5

**Исходные данные для модели сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при экспорте продукции в 2020 г.\***

№ таможенной операции	Входные параметры			Выходной параметр
	$x_{1n}$	$x_{2n}$	$x_{3n}$	$y_{1n}$
1	1869,14	734799	12000	162,18
2	554,32	217915	96000	37,53
4	201,76	79443	84000	11,27
6	37,66	16462	36000	1,75
8	39,15	14316	121440	1,11
10	17,10	5927	24000	0,75
11	15,32	4747	12000	1,06
12	31,00	12578	24000	1,22
13	16,14	7055	24000	0,73
15	39,15	16021	146160	0,95

\* В 2020 году не применялись операции №№ 3, 5, 7, 9, 14, 16–21.

Формулировка задачи математического программирования (ЗМП) для определения сравнительной оценки  $E_n$  эффективности таможенных операций ВЭД при экспорте крышечной ленты на основе базовой CCR модели DEA-метода может быть представлена в виде:

$$E_n = \frac{u_{1n}y_{1n}}{\sum_{i=1}^3 v_{in}x_{in}} \rightarrow \max_{(U,V) \in G}; \quad (2)$$

$$\frac{u_{1n}y_{1n}}{\sum_{i=1}^3 v_{in}x_{in}} \leq 1, \forall \left( n = \overline{1, N}; u_{1n} \geq 0; v_{in} \geq 0, i = \overline{1, 3} \right), \quad (3)$$

где  $U = u_{1n}$ ;  $V = (v_{in}), i = \overline{1, 3}$  – векторы весовых коэффициентов для входных и выходных параметров, характеризующих  $n$ -ную операцию в анализируемой группе.

Задача (2)–(3) при  $n = \overline{1, N}$  представляет собой  $N$  ЗМП, решение которых позволяет определить относительные значения оценок эффективности  $E_n$  для  $N$  таможенных операций ВЭД при экспорте. Оценки  $E_n$  распределены на единичном интервале  $[0, 1]$ . Таможенные операции ВЭД с оценкой, равной  $E_n = 1$ , считаются наиболее эффективными в анализируемой группе.

Полученные в результате решения ЗМП (2)–(3) численные значения относительных оценок эффективности представлены в табл. 7 для 10 реализованных в 2020 году предприятием таможенных операций ВЭД при экспорте крышечной ленты. В соответствии с нумерацией в табл. 1 реализованные в 2020 году операции имеют порядковые номера  $n = 1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15$ .

Объектом многофакторного анализа при импорте является  $m$ -ная таможенная операция,  $m = \overline{1, M}$ , где  $M$  – количество импортных операций ВЭД в анализируемом году. Модель сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при импорте товаров, разработанная согласно методологии DEA-метода [2], представлена на рис. 3.

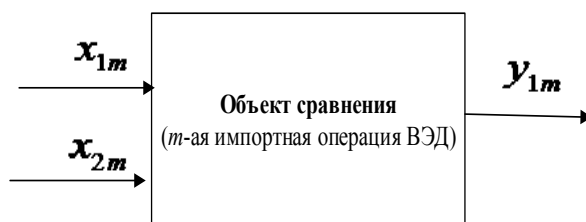


Рис. 3. Модель сравнительной оценки эффективности таможенных операций при импорте

Входными параметрами  $x_{km}, k = \overline{1, 2}, m = \overline{1, M}$  модели сравнительной оценки эффективности импортных операций ВЭД являются следующие показатели:

–  $x_{1m}$  – трудозатраты сотрудников предприятия при осуществлении импортных операций ВЭД [человеко-часы/год], которые характеризуют работу, выполненную сотрудниками предприятия за календарный год (табл. 3, столбец 7);

–  $x_{2m}$  – общие затраты предприятия, включающие затраты на заработную плату сотрудников предприятия при осуществлении импортных операций ВЭД и дополнительные затраты предприятия при импорте товаров [тыс. руб./год], которые возникают в связи с необходимостью оформления разрешительных документов (деклараций о соответствии) и определяются путем суммирования всех дополнительных затрат по каждой  $m$ -ной таможенной операции ВЭД за календарный год (табл. 3, столбец 10).

Выходным параметром  $y_{1m}, m = \overline{1, M}$  модели сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при импорте лака для крышечной ленты является отношение прибыли предприятия от экспорта крышечной ленты при осуществлении  $m$ -ной таможенной операции ко времени совершения импортных таможенных операций за календарный год [тыс. руб./час], определяемое по формуле

$$y_{1m} = \frac{P_m}{T_{1m}}, \quad (4)$$

где  $P_m$  – годовая прибыль предприятия от реализации товара по  $m$ -ной таможенной операции при экспорте крышечной ленты [тыс. руб./год] (табл. 3, столбец 5);

$T_{1m}$  – суммарное время, учитывающее длительность технологических операций по производству крышечной ленты и время, затраченное сотрудниками таможни на оформление товарных партий за год по  $m$ -ной таможенной операции ВЭД [час/год] (табл. 3, столбец 6).

Исходные численные данные для модели сравнительной оценки эффективности совершенных в 2020 году таможенных операций, связанных с импортом лака для производства крышечной ленты, представлены в табл. 6.

Таблица 6

**Исходные данные для модели сравнительной оценки эффективности операций ВЭД при импорте продукции в 2020 г.**

№ таможенной операции	Входные параметры		Выходной параметр
	$x_{1m}$	$x_{2m}$	$y_{1m}$
1	26,00	86268	2792,97
2	21,00	83601	1489,58
3	27,00	87201	827,55
4	36,00	115935	57,62
5	22,00	60534	1595,98
6	19,50	58701	2979,16
7	21,00	83601	1354,17
8	18,00	82134	1175,99
9	36,00	115935	57,40
10	13,50	31545	460,70

Формулировка задачи математического программирования (ЗМП) для определения сравнительной оценки  $S_m$  эффективности  $M$  таможенных операций ВЭД при импорте на основе базовой CCR модели DEA-метода может быть представлена в виде

$$S_m = \frac{u_{1m} y_{1m}}{\sum_{i=1}^2 v_{im} x_{im}} \rightarrow \max_{(U,V) \in G}; \quad (5)$$

$$\frac{u_{1m} y_{1m}}{\sum_{i=1}^2 v_{im} x_{im}} \leq 1, \forall (m = \overline{1, M}; u_{1m} \geq 0; v_{im} \geq 0, i = \overline{1, 2}), \quad (6)$$

где  $U = u_{1m}$ ;  $V = (v_{im})$ ,  $i = \overline{1, 2}$  – векторы весовых коэффициентов для входных и выходных параметров, характеризующих  $m$ -ную операцию в анализируемой группе.

Задача (5)–(6) при  $m = \overline{1, M}$  представляет собой  $M$  ЗМП, решение которых позволяет определить относительные значения оценок эффективности  $S_m$  для  $M$  таможенных операций ВЭД при импорте. Оценки  $S_m$  распределены на единичном интервале  $[0, 1]$ . Таможенные операции ВЭД с оценкой, равной  $S_m = 1$ , считаются наиболее эффективными в анализируемой группе.

Полученные в результате решения ЗМП (5)–(6) численные значения относительных оценок эффективности представлены в табл. 7 для 10 реализованных в 2020 году предприятием таможенных операций ВЭД при импорте лака для производства крышечной ленты.

Таблица 7

**Оценки эффективности таможенных операций ВЭД за 2020 год\***

При импорте лака для крышечной ленты		При экспорте крышечной ленты	
Номер операции $m$	$S_m$	Номер операции $n$	$E_n$
1	1	1	1
2	0.508	2	0.780
3	0.272	4	0.644
4	0.011	6	0.535
5	0.449	8	0.349
6	0.913	10	0.568
7	0.456	11	1
8	0.448	12	0.453
9	0.011	13	0.522
10	0.077	15	0.281

\* В 2020 году не применялись экспортные операции № 3, 5, 7, 9, 14, 16–21.

2.3. *Обработка результатов сравнительного анализа эффективности таможенных операций.* Анализ представленных в табл. 7 результатов показывает, что в 2020 году наиболее эффективной с точки зрения соотношения полученной прибыли и затраченных трудовых и финансовых ресурсов экспортной операцией являлась операция № 1, характеризующаяся автоматической регистрацией декларации на товары (ДТ) и автоматическим выпуском декларируемого товара, с оценкой эффективности  $E_1^{2020} = 1$ . Такую же оценку эффективности имеет таможенная операция № 11 ( $E_{11}^{2020} = 1$ ).

Самыми неэффективными таможенными операциями в 2020 году стали операции № 8 и № 15 с оценками  $E_n < 0.4$ . Низкие оценки объясняются тем, что данные операции сопряжены с необходимостью получения разрешительных документов в области экспортного контроля после регистрации ДТ. Соответственно, предприятие несет дополнительные временные и финансовые затраты, включая простои транспортных средств в ожидании выпуска товаров таможенными органами в соответствии с таможенной процедурой экспорта.

Анализ представленных в табл. 7 результатов показывает, что в 2020 году наиболее эффективной импортной операцией являлась операция № 1, которая характеризуется минимальными сроками выпуска ввозимого лака, включающими в себя лишь ФЛК, с оценкой эффективности  $S_1^{2020} = 1$ . Также высокую оценку эффективности ( $S_6^{2020} = 0.913$ ) имеет таможенная операция № 6, отличающаяся от операции № 1 временем регистрации ДТ (1 час).

Самыми неэффективными импортными таможенными операциями в 2020 году стали операции № 4 и № 9 с оценками  $S_m = 0.011$ . Низкие оценки объясняются тем, что данные операции сопряжены с необходимостью получения разрешительных документов в области технического регулирования после регистрации ДТ. Соответственно, предприятие несет дополнительные временные и финансовые затраты, связанные со складским хранением ввезенной продукции.

Неэффективной также можно считать операцию № 10 с оценкой  $S_m = 0.077$ . Низкая оценка объясняется увеличенными сроками выпуска товаров в связи с проведением таможенными органами фактического контроля в форме таможенного досмотра.

Отличительной особенностью операций № 4 и № 9 при импорте и № 8 и № 15 при экспорте является необходимость представления в процессе таможенного контроля разрешительных документов, что значительно увеличивает сроки выпуска товаров.

Для повышения эффективности ВЭД предприятия разработаны процедуры оптимизации таможенных операций с помощью ориентированных взвешенных графов.

2.4. *Оптимизация таможенных операций с помощью ориентированных взвешенных графов.* Последовательность совершения технологических операций, связанных с производством крышечной ленты, и таможенных операций, совершаемых при таможенном декларировании и таможенном контроле импортируемого лака для производства крышечной ленты, схематично показана на ориентированном взвешенном графе (рис. 5). Числовые значения весов ребер графа образуют суммарную длительность совершения таможенных операций в часах. Вершины

графа в форме квадрата означают технологические этапы производственного процесса по изготовлению крышечной ленты, а в форме круга – таможенные операции, связанные с таможенным оформлением лака для производства ленты крышечной.

Таможенные операции, соответствующие путям графа с наибольшими весовыми значениями ребер, являются наиболее затратными по времени и нуждаются в оптимизации за счет сокращения отдельных стадий или их исключения из общей цепочки совершаемых действий. На графе такая оптимизация реализуется путем удаления по результатам расчетов графа соответствующих вершин и ребер или минимизации их весовых значений.

С помощью представленного графа проведены расчеты всех возможных путей от начальной вершины графа до конечной вершины. Проведенные расчеты позволили выявить кратчайшие пути, означающие эффективные операции, а расчет максимального потока выявил ребра и вершины графа, обозначающие стадии неэффективных операций № 4 и № 9.

В качестве предложений по оптимизации выявленных неэффективных таможенных операций предлагается исключить вершины и ребра, являющиеся самыми весовыми составляющими максимального потока.

Исключение двух вершин и четырех ребер (пунктирные линии на рис. 6) позволило значительно сократить суммарную длительность неэффективных таможенных операций № 4 и № 9.

Сравнение результатов проведенного на основе DEA-метода многофакторного анализа эффективности таможенных операций ВЭД до и после оптимизации представлено на диаграмме (рис. 4). Левые столбцы показывают оценки эффективности операций до оптимизации, правые – после оптимизации.

Результаты многофакторного анализа демонстрируют существенное повышение эффективности операций № 4 и № 9. При этом предлагаемая оптимизация касается всех вариантов совершения таможенных операций, т. к. исключаются затраты на оформление разрешительных документов (табл. 3, столбец 9).

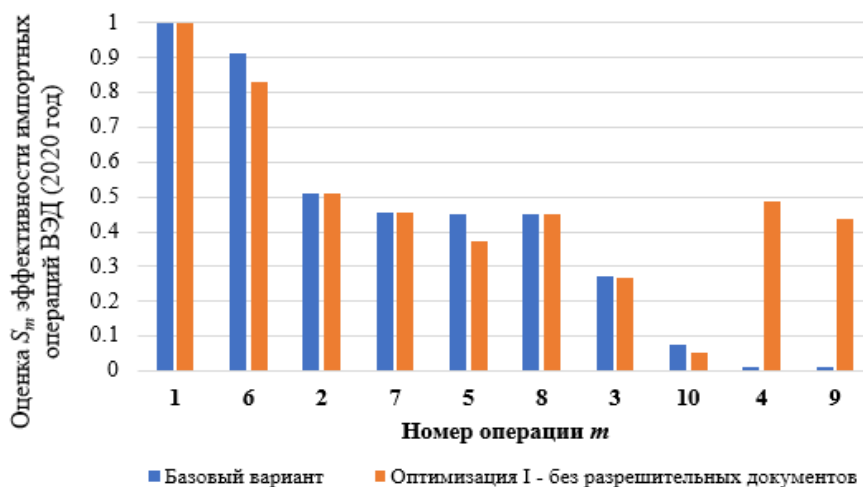


Рис. 4. Ранжированные оценки  $S_m$  относительной эффективности таможенных операций при импорте лака для крышечной ленты за 2020 год

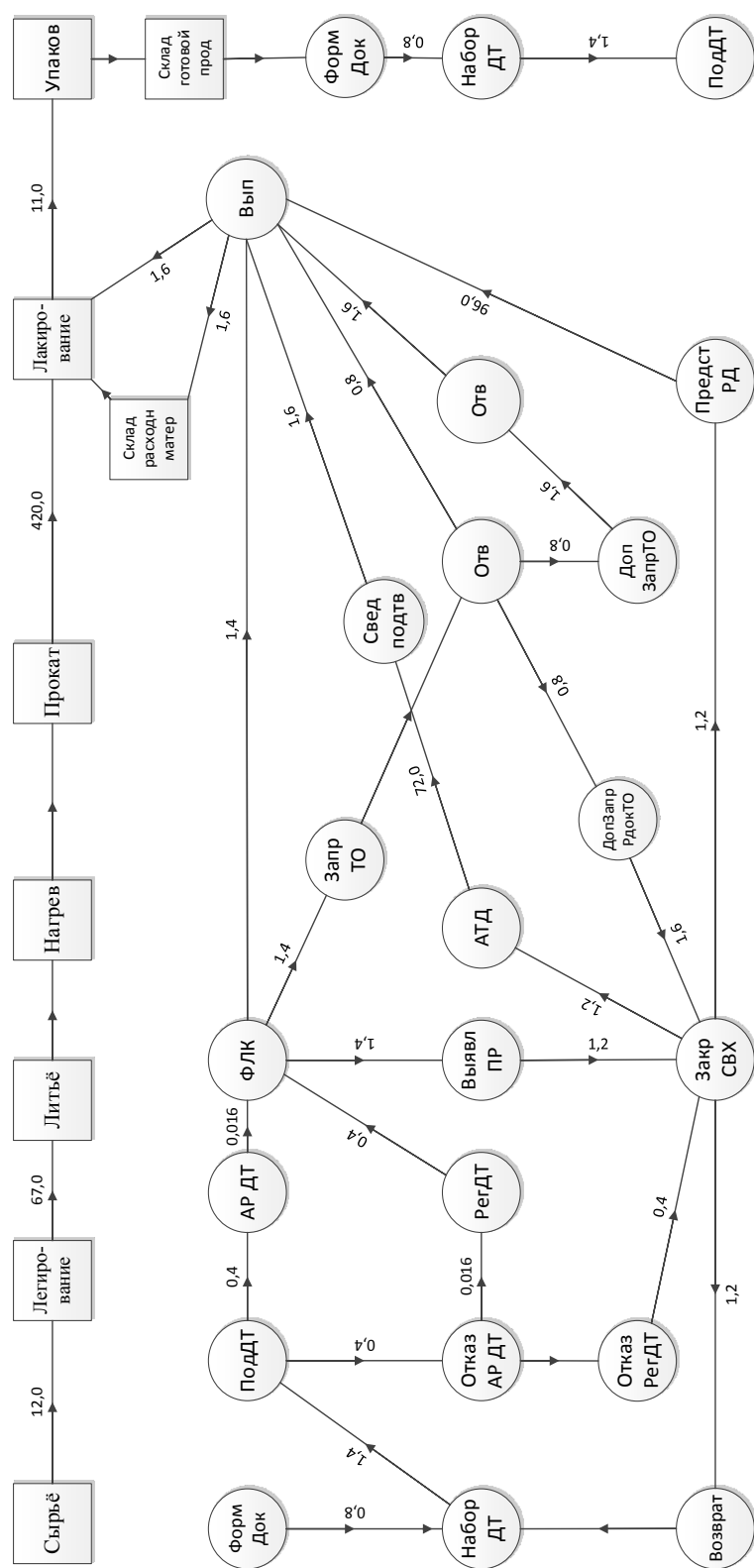


Рис. 5. Совершение импортных таможенных операций в отношении лака для крышечной ленты (исходное состояние)

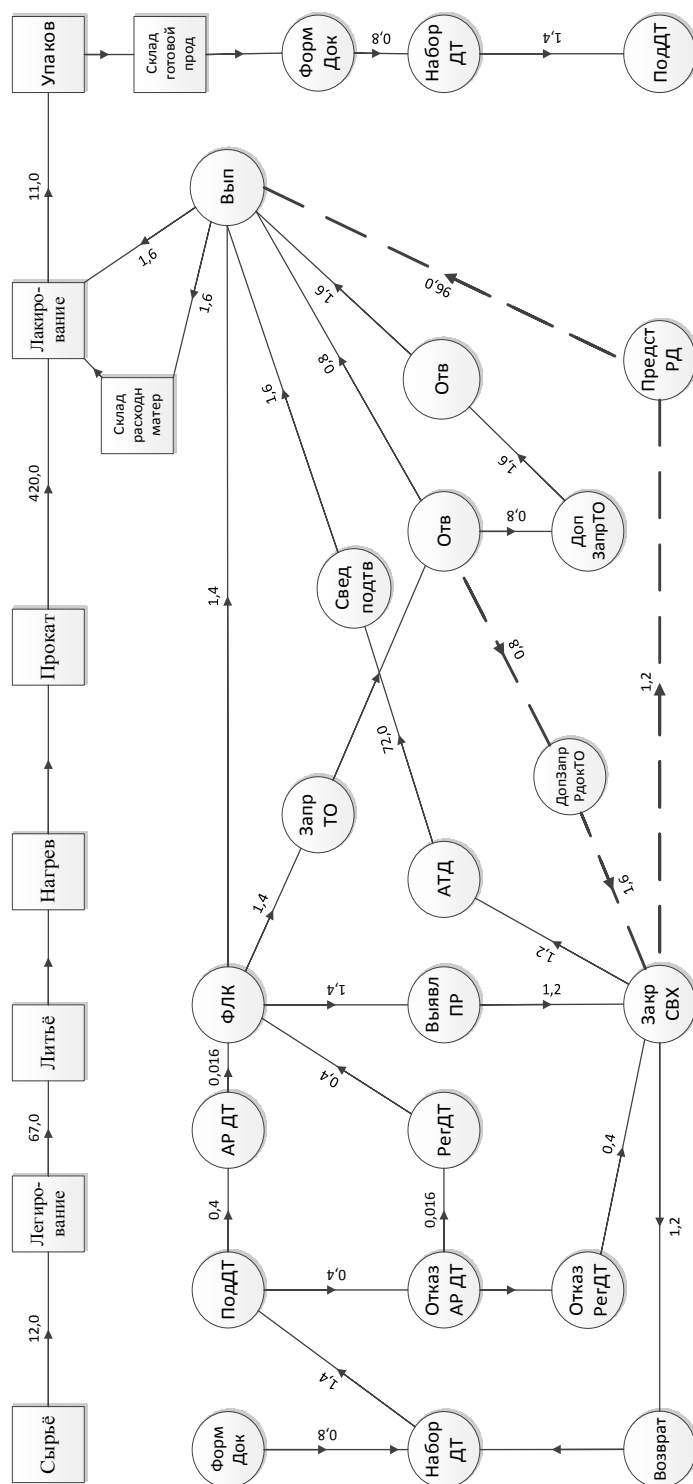


Рис. 6. Совершение импортных операций в отношении лака для крышечной ленты после оптимизации I

Итоги оптимизации импортных операций в сравнении с их исходными (базовыми) состояниями в абсолютных показателях приведены на рис. 7 и 8. Для объективности оценок данные для расчетов взяты за 4 полных календарных года (2017–2020 гг.). Столбиками слева показаны исходные значения (базовый вариант), столбиками справа – расчетные данные, полученные в результате оптимизации.

Из диаграммы (см. рис. 7) видно, что по результатам оптимизации суммарные трудозатраты предприятия на осуществление внешнеэкономической деятельности, измеряемые в человеко-часах, снижаются на 11–12 %. Суммарные финансовые расходы предприятия после оптимизации уменьшаются в 6–7 раз.

И трудозатраты, и расходы предприятия на реализацию ВЭД в модели сравнительной оценки эффективности таможенных операций при импорте являются входными параметрами. Соответственно, уменьшение значений этих параметров оказывает положительное влияние на общую оценку эффективности.

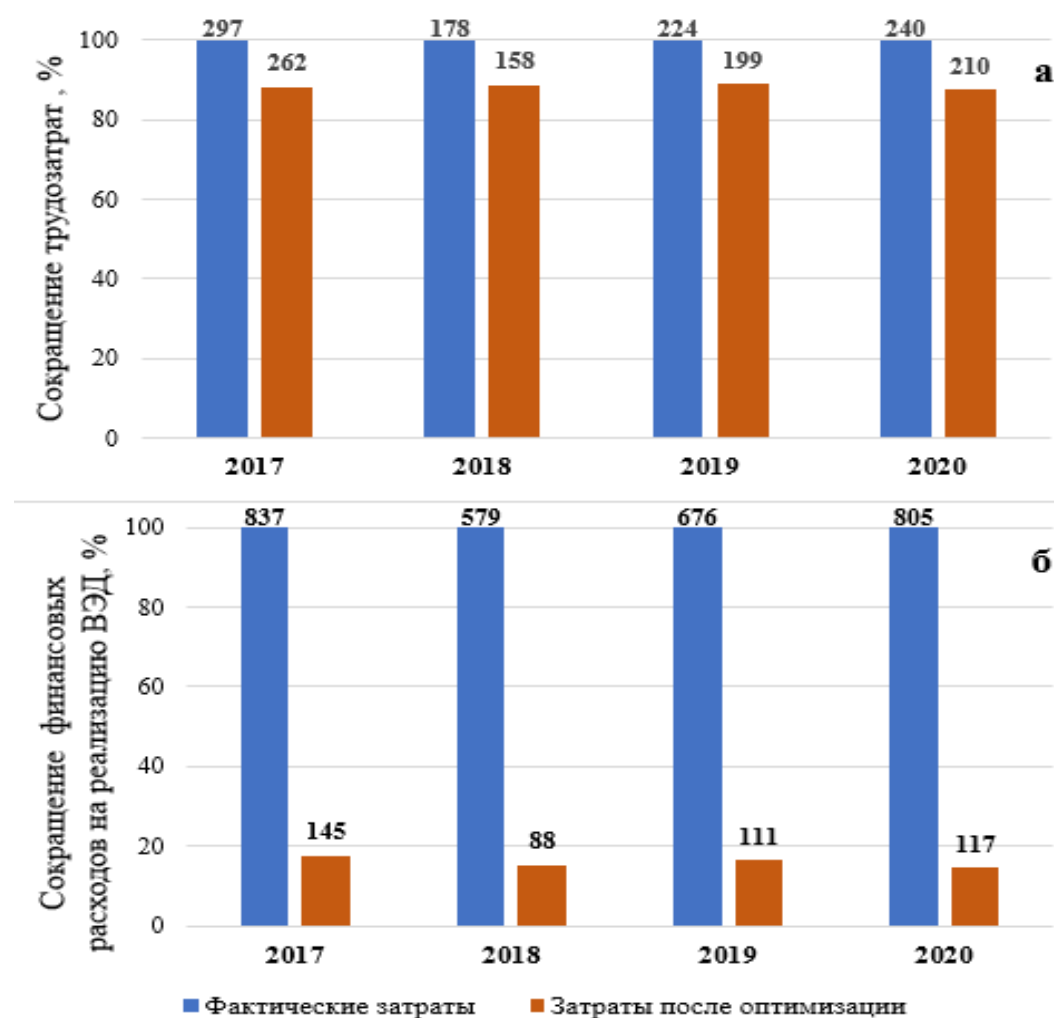


Рис. 7. Затраты на ВЭД при импорте лака для крышечной ленты:  
*а* – трудозатраты, человеко-часы; *б* – расходы на реализацию ВЭД, тыс. руб.

Значение выбранного в качестве выходного параметра модели сравнительной оценки эффективности таможенных операций при импорте отношения прибыли промышленного предприятия от экспорта крышечной ленты к суммарным срокам совершения таможенных операций при декларировании лака для крышечной ленты за календарный год по результатам оптимизации увеличилось на 17–19 % за счет сокращения сроков совершения таможенных операций (см. рис. 8). Увеличение значения выходного параметра согласно базовой постановке DEA-метода свидетельствует об увеличении общей эффективности таможенных операций, совершаемых в процессе реализации ВЭД.

Таким образом, сравнительный анализ относительной эффективности таможенных операций, совершаемых при импорте продукции, и абсолютные оценки эффективности ВЭД исследуемого промышленного предприятия демонстрируют повышение эффективности ВЭД по результатам оптимизации импортных таможенных операций.

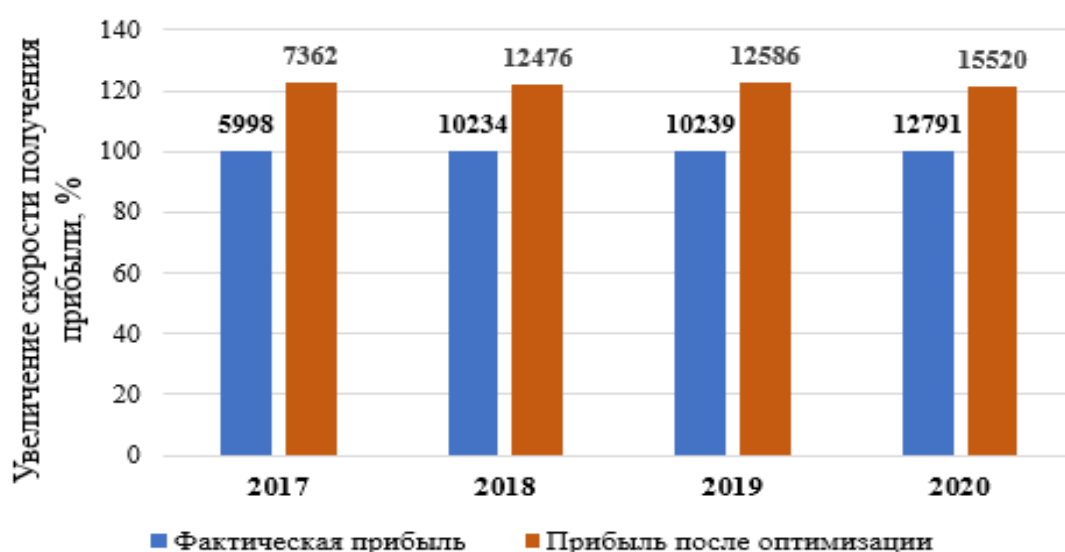


Рис. 8. Прибыль от ВЭД при импорте лака для ленты крышечной, тыс.руб./час

Последовательность совершения технологических операций, связанных с производством крышечной ленты, и вариантов таможенных операций, совершаемых при таможенном декларировании и таможенном контроле экспортируемой крышечной ленты, показана на графе (рис. 9). Числовыми значениями весов ребер графа обозначена длительность совершения операций в часах. Вершины графа в форме квадрата означают технологические этапы производственного процесса по изготовлению крышечной ленты, а в форме круга – таможенные операции, связанные с декларированием на экспорт крышечной ленты.

Экспортные операции № 8 и № 15 (табл. 2 и 4), являющиеся в 2020 г. неэффективными согласно многофакторному анализу на основе DEA-метода (табл. 7), характеризуются необходимостью представления в процессе таможенного контроля разрешительных документов, что влечет за собой увеличение сроков выпуска декларируемой экспортной продукции.

Оптимизация экспортных операций проводилась аналогично описанной выше процедуре оптимизации импортных операций с помощью ориентированных взвешенных графов путём исключения отдельных вершин и рёбер графа (пунктирные линии на рис. 11).

При этом предлагаемая оптимизация касается всех вариантов совершения таможенных операций, т. к. исключаются временные и финансовые затраты предприятия на оформление разрешительных документов (столбец 8 табл. 4).

В качестве дополнительных оптимизационных мер, способствующих повышению эффективности ВЭД предприятия, предлагается применять предусмотренное статьей 115 ТК ЕАЭС [3] неполное таможенное декларирование экспорта готовой продукции собственного производства до ее фактического изготовления.

Изготовление крышечной ленты начинается с переплава полученного со склада основного сырья (первичный алюминий и лом) и легирующих элементов (медь и марганец). Длительность данной операции составляет 12 часов. Затем из полученного сплава в течение трех суток изготавливаются литые заготовки, которые перед тем, как попасть на прокатные станы, подвергаются фрезерованию и нагреву. После предварительной подготовки слитки подвергаются многократному горячему и холодному прокату, постепенно трансформируясь в ленту. После проката полученная лента подлежит термообработке (отжиг), резке и правке для достижения заданных геометрических параметров.

Из прокатного цеха лента попадает на линии лакирования, после которого доводится до окончательных размеров с помощью продольной и поперечной резки. Далее готовая крышечная лента поступает на склад готовой продукции.

Диапазон величины суммарного времени совершения таможенных операций может колебаться от нескольких минут при автоматической регистрации ДТ и автоматического выпуска товаров до нескольких дней в случае необходимости проведения таможенного досмотра или представления разрешительных документов.

На графе (рис. 12) схематично показана синхронизация времени совершения таможенных операций со временем производственного цикла. Ребра графа, показывающие синхронизируемые с технологическим процессом таможенные операции, выделены пунктирными линиями. Исключения составляют операции, связанные с предъявлением таможенным органам отдельных партий экспортируемой продукции для проведения таможенного досмотра (ребра графа, обозначенные сплошными линиями).

Оптимизация, связанная с синхронизацией технологических и таможенных операций (параллельное расположение квадратных и круглых вершин графа, рис. 12), позволяет, минуя склад, отгружать продукцию потребителю непосредственно после изготовления, за исключением случаев проведения таможенного досмотра и получения разрешительных документов.

В качестве третьего вида оптимизации предлагается объединение рассмотренных выше двух видов оптимизации. Синхронизация показана пунктиром; вершины и ребра, обозначающие получение разрешительных документов, удалены (рис. 13).

Исключение двух вершин и четырех ребер (пунктирные линии на рис. 10) значительно сокращает суммарную длительность неэффективных таможенных операций № 8 и № 15.



Диаграмма (рис. 10) демонстрирует результаты многофакторного анализа эффективности экспортных операций до оптимизации, после оптимизации по каждому из двух параметров, а также совместной оптимизации. Выявлено существенное повышение эффективности таможенных операций № 8 и № 15, которые до оптимизации являлись наименее эффективными по сравнению с иными операциями, совершаемыми при экспорте готовой продукции (крышечной ленты).

Результаты оптимизации экспортных операций в сравнении с их исходными (базовыми) состояниями в абсолютных показателях продемонстрированы на рис. 14 и 15. Данные для расчетов взяты за 4 полных календарных года (2017–2020 гг.). Левые столбцы показывают исходные значения (базовый вариант), правые – расчетные данные, полученные в результате оптимизации таможенных операций.

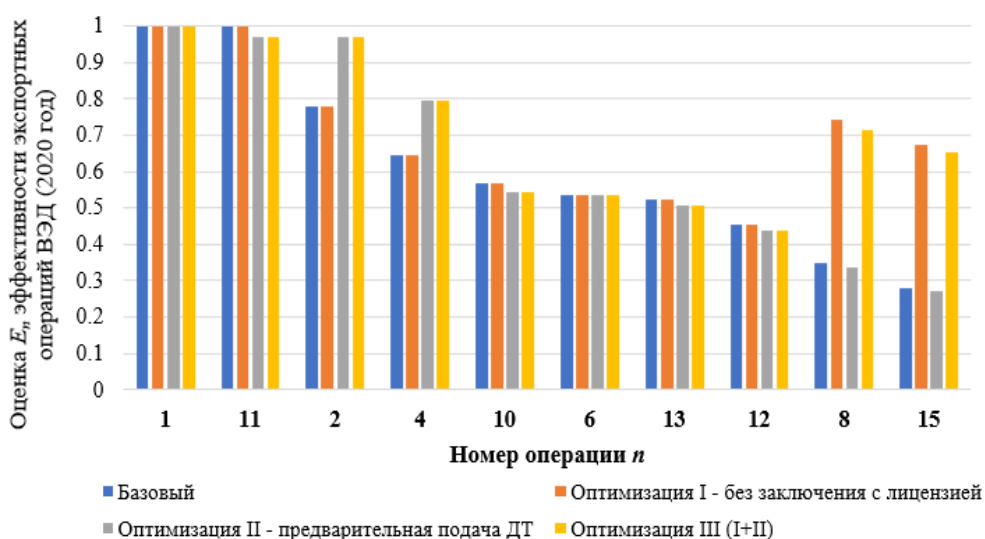


Рис. 10. Ранжированные оценки  $E_n$  таможенных операций при экспорте ленты крышечной за 2020 год с учетом трех видов оптимизации ВЭД

Данные диаграммы (рис. 14) демонстрируют по результатам оптимизации положительную динамику сокращения суммарных годовых трудозатрат предприятия на осуществление внешнеэкономической деятельности, измеряемые в человеко-часах. При этом наибольшие значения (5,7 %) достигнуты в 2018 году. Суммарные финансовые расходы предприятия после оптимизации уменьшаются на 30–40 %.

Трудозатраты и расходы предприятия на реализацию ВЭД выбраны в качестве входных параметров модели сравнительной оценки эффективности экспортных таможенных операций. Соответственно, уменьшение значений этих параметров оказывает положительное влияние на общую оценку эффективности ВЭД предприятия.

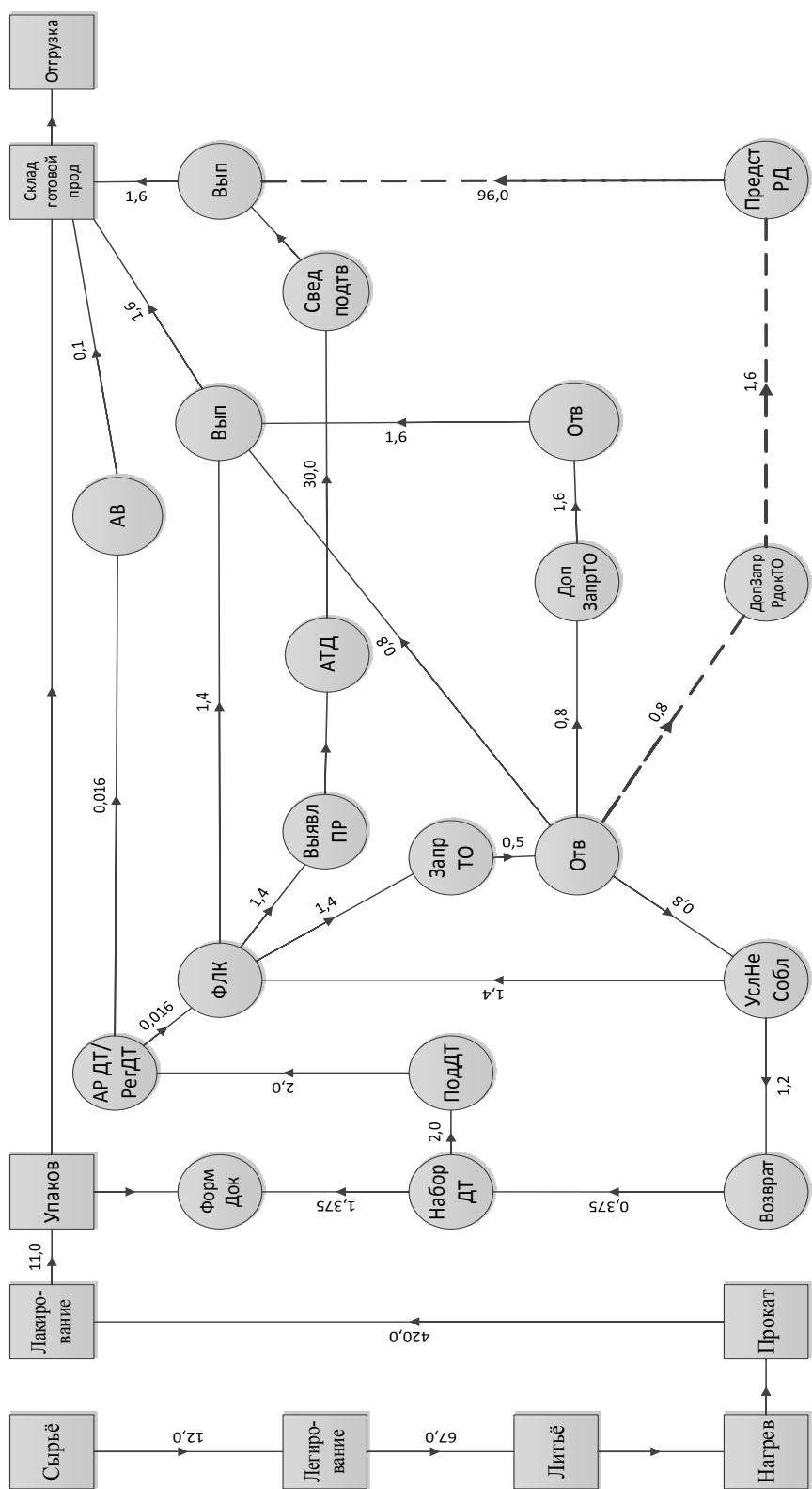


Рис. 11. Совершение экспортных таможенных операций в отношении крышечной ленты после оптимизации

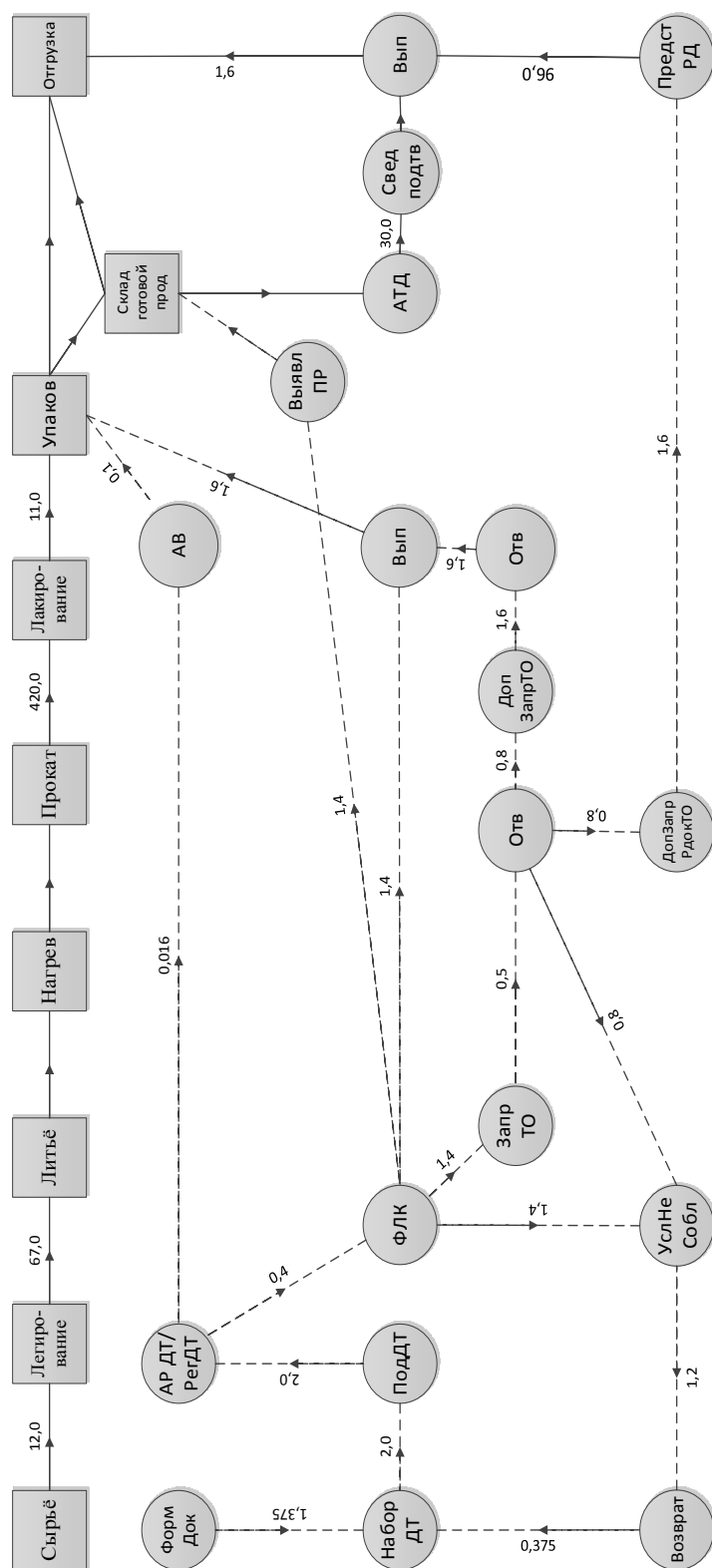


Рис. 13. Совершение экспортных операций в отношении крышечной ленты после оптимизации III

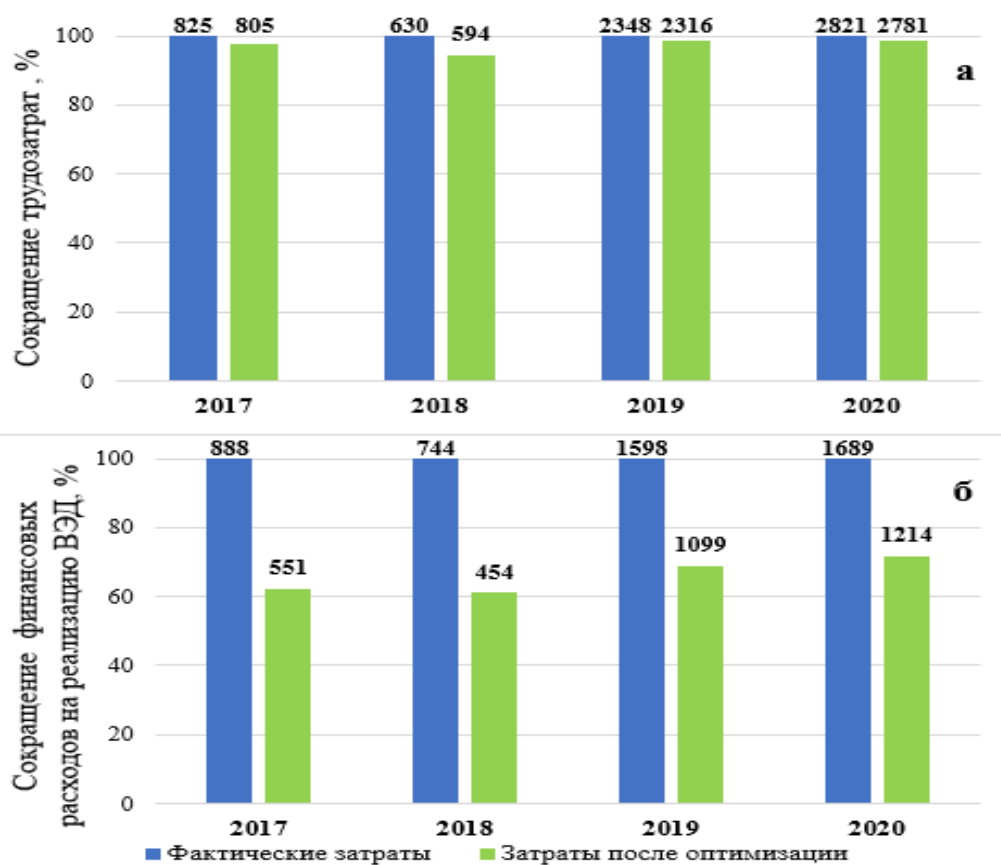


Рис. 14. Затраты на ВЭД при экспорте ленты крышечной:  
 а – трудозатраты, человеко-часы; б – расходы на реализацию ВЭД, тыс. руб.



Рис. 15. Прибыль от ВЭД при экспорте ленты крышечной, тыс.руб./час

Значение выбранного в качестве выходного параметра модели сравнительной оценки эффективности экспортных таможенных операций отношения прибыли промышленного предприятия от экспорта крышечной ленты к суммарным срокам совершения таможенных операций при экспорте этой крышечной ленты показало наибольший рост (30 %) в 2019 году (рис. 15). Увеличение значения выходного параметра, практически характеризующего скорость получения прибыли от ВЭД, согласно базовой постановке DEA-метода и в остальные анализируемые годы свидетельствует об увеличении общей эффективности таможенных операций, совершаемых в процессе реализации ВЭД.

### **Заключение**

В статье представлен алгоритм многофакторного анализа эффективности функционирования промышленного предприятия в процессе реализации ВЭД, включающий процедуру оптимизации системы взаимодействия предприятия с таможенными органами. Апробация алгоритма, осуществленная на примере промышленного предприятия металлургической отрасли промышленности АО «Арконик СМЗ», являющегося крупнейшим участником ВЭД, показала значительный экономический эффект от его применения.

Проведенный на основе метода DEA (Data Envelopment Analysis) многофакторный анализ выявил неэффективные импортные и экспортные таможенные операции в 2017–2020 гг. По результатам проведенного анализа предложены варианты параметрической оптимизации неэффективных операций с применением ориентированных взвешенных графов (просчет всех возможных путей, поиск кратчайших путей и максимальных потоков). Для оптимизации выбраны входные и выходные параметры: время совершения таможенных операций, трудозатраты предприятия, финансовые издержки, связанные с реализацией ВЭД.

Результаты расчетов, проведенных на основе метода DEA после параметрической оптимизации, показали повышение эффективности операций.

Таким образом, разработанные на основе DEA-метода алгоритм многофакторного анализа и процедуры многокритериальной оптимизации системы взаимодействия промышленного предприятия с таможенными органами могут использоваться для повышения эффективности ВЭД промышленного предприятия. Принятие на основании сравнительных оценок полученных результатов оптимизации управленческих и операционных решений позволят исключить неэффективные таможенные операции ВЭД промышленного предприятия.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Федеральный закон от 18.07.1999 № 183-ФЗ «Об экспортном контроле».
2. Charnes A. Measuring the efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes // *European journal of operational research*. – 1978. – Vol. 2. – Pp. 429–444.
3. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (Приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза, принятому государствами – членами ЕАЭС 11 апреля 2017 года).
4. Указ Президента Российской Федерации № 1661 от 17.12.2011 «Об утверждении Списка товаров и технологий двойного назначения, которые могут быть использованы при создании вооружений и военной техники и в отношении которых осуществляется экспортный контроль».
5. Федеральный закон от 03.08.2018 № 289-ФЗ «О таможенном регулировании в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

6. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии № 294 от 25.12.2012 «О Положении о порядке ввоза на таможенную территорию Союза продукции (товаров), в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Союза».
7. *Барамзин С.В.* Управление качеством таможенной деятельности. – М.: Книга и бизнес, 2010. – 402 с.
8. *Макрусов В.В.* Теоретические положения и задачи системного анализа в таможенном деле // Заметки ученого. – Ростов-нД: Южный университет (ИУБиП), 2015. – С. 88–93.
9. *Макрусов В.В.* Системный анализ и управление в таможенном деле. – М.: Флинта, 2021. – 512 с.
10. *Афонин П.Н.* Системный анализ и управление в таможенном деле: Учеб. пособие. – СПб.: Интермедиа, 2017. – 372 с.
11. *Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W.* Some models for estimating technical and scale efficiency in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 1984. 30/9. Pp. 1078–1092.
12. *Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K.* Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software. Luxemburg: Springer Science & Business Media, LLC. 2007. 492 p.
13. *Дилигенский Н.В., Цапенко М.В.* Методология DEA: оценка эффективности экономических объектов, анализ метода и свойств решений // Высшее образование, бизнес, предпринимательство 2001: Межвузовский сборник научных трудов – Самара: СамГТУ – ПИБ, 2001. – С. 149–159.
14. *Кривоножко В.Е., Пропой А.И., Сеньков Р.В., Родченков И.В., Анохин П.М.* Анализ эффективности функционирования сложных систем // Автоматизация проектирования. – 1999. – № 1. – С. 2–7.
15. *Кривоножко В.Е., Лычев А.В.* Анализ деятельности сложных социально-экономических систем. – М.: Изд. отдел факультета ВМиК МГУ; МАКС Пресс, 2010. – 208 с.
16. *Киселев В.Г., Сухоедов Д.В.* Основы системного анализа и управления в таможенном деле: Учеб.-метод. пособие. – Н.Новгород, 2013.
17. *Сулейманова Д.Ю., Гумеров М.Ф.* О вопросах применения системного анализа и моделирования в решении проблем таможенного дела // Научное обозрение – М.: Наука образования, 2014. – С. 933–935.
18. *Анфилатов В.С.* Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2017. – 368 с.
19. *Кобилев А.Г., Середин М.И.* Критерии оценки внешнеторгового потенциала промышленного предприятия // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2016. – С. 110–115.
20. *Родионова Е.С.* Особенности оценки эффективности внешнеторговой деятельности многоименклатурного предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2012.
21. *Bataev V.V.* System Analysis Methodology of an Industrial Enterprise for Managing the Foreign Economic Activity. *IEEE Xplore® Digital Library*. 2019. Pp. 719 – 723. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8962908/proceeding>.
22. *Батаев В.В.* Разработка системно-методических основ для повышения эффективности внешнеэкономической деятельности промышленных предприятий // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер.: Технические науки. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 6–18.
23. *Derevyanov M.Yu., Pleshivtseva Yu.E., Afinogentov A.A.* Simulation and evaluation of the efficiency of oil-contaminated wastes recycling system. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 459 (2020) 042058 doi:10.1088/1755-1315/459/4/042058.
24. *Derevyanov M.Y., Pleshivtseva Yu.E., Kordyukova L.S., Rapoport E.Ya.* Using DEA models to measure the efficiency of energy saving projects // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 552 (2019) 012020 doi:10.1088/1757-899X/552/1/012020.

*Статья поступила в редакцию 4 июня 2021 г.*

# MULTI-FACTOR ANALYSIS AND OPERATION OPTIMIZATION FOR THE IMPLEMENTATION OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

**V.V. Bataev**

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

**Abstract.** *The paper is devoted to the urgent problem of increasing the efficiency of foreign economic activity of enterprises of the metallurgical and machine-building industries. To increase the economic efficiency of industrial enterprises functioning in the process of implementing foreign economic activity, the paper proposes an algorithm for multivariate analysis, including the procedure for optimizing the system of interaction between an enterprise and customs authorities. When developing and testing the algorithm, customs operations are considered as critical links that determine the increase of the enterprise foreign economic activity efficiency. The mathematical programming problems are formulated on the basis of the CCR model of the DEA (Data envelopment Analysis) method to carry out a multivariate analysis of the comparative efficiency of import and/or export customs operations. The relative efficiency estimates obtained from solving mathematical programming problems make it possible to identify ineffective or least effective export and import customs operations. Based on directed weighted graphs, the special procedures have been developed to optimize the following parameters of customs operations: time of customs operations, labor costs of the enterprise, financial costs associated with compliance with the established prohibitions and restrictions of foreign trade. The algorithm was tested on the example of an industrial enterprise in the metallurgical industry – «Arkonik SMZ», which carries out export operations for the sale of lid tape of its own production, as well as import operations for the supply of varnish, which is a necessary technological material to ensure the production process of the tape. The administrative and operational decisions made on the basis of comparative evaluations of the obtained optimization results make it possible to exclude ineffective customs operations of foreign economic activity of an industrial enterprise.*

**Keywords:** *foreign economic activity of an industrial enterprise, customs operation, multi-factor analysis, DEA-method, parametric optimization, graph method, comparative assessment.*

## REFERENCES

1. Federal Law No. 183-FZ dated July 18, 1999 «On Export Control».
2. Charnes A. Measuring the efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes // European journal of operational research. – 1978. – Vol. 2. – Pp. 429–444.
3. The Customs Code of the Eurasian Economic Union (Annex No. 1 to the Treaty on the Customs Code of the Eurasian Economic Union, adopted by the EAEU Member States on April 11, 2017).
4. Decree of the President of the Russian Federation of December 17, 2011 No. 1661 «About approval of the List of goods and dual-use technologies which can be used during creation of arms and military equipment and concerning which export control is exercised».
5. Federal Law No. 289-FZ dated August 3, 2018 «On Customs Regulation in the Russian Federation and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation».
6. Decision of Board of the Eurasian Economic Commission of December 25, 2012 No. 294 «About Regulations on procedure for import to customs area of the Customs union of products (goods) concerning which mandatory requirements within the Customs union are established».
7. Baramzin S.V. Quality management of customs activity. M. Book and business. 2010. 402 p.
8. Makrusev V.V. Theoretical provisions and objectives system analysis in customs: a scientific paper. Rostov-on-Don: Southern University (IMBL), Notes of a scientist (journal), 2015. Pp. 88–93.
9. Makrusev V.V. System analysis and management in customs. Publishing House Flint, 2021. 512 p.

---

*Vyacheslav V. Bataev, Associate Professor.*

10. Afonin P.N. System analysis and management in customs: A textbook for university students studying in the specialty «Customs». St. Petersburg: Intermedia. 2017. 372 p.
11. Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. Some models for estimating technical and scale efficiency in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 30/9, 1984, pp. 1078–1092.
12. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. *Data Envelopment Analysis: A comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Luxemburg: Springer Science & Business Media, LLC, 2007, 492 p.
13. Diligensky N.V., Tsapenko M.V. DEA methodology: evaluation of the effectiveness of economic objects, analysis of the method and properties of solutions. Higher education, business, entrepreneurship 2001: Interuniversity collection of scientific papers – Samara: SamSTU – Volga Region Institute of Business (PIB), 2001. pp. 149–159.
14. Krivonozhko V.E., Propoy A.I., Senkov R.V., Rodchenkov I.V., Anokhin P.M. Performance analysis of complex systems. *Automation of design*. 1999. № 1. Pp. 2–7.
15. Krivonozhko V.E., Lychev A.V. Analysis of the performance of complex socio-economic systems. Moscow: Maks Press. 2010. 208 p.
16. Kiselev V.G., Sukhoyedov D.V. Fundamentals of system analysis and management in customs (Study guide); N.Novgorod, 2013; UDC 004.912(075), LBC 973. 2я7.
17. Suleymanova D.Y., Gumerov M.F. On the application of system analysis and modeling in solving problems of customs: scientific paper. M.: Publishing House «Science of Education». Scientific Review (journal). 2014. pp. 933–935.
18. Anfilatov V.S. System analysis in management. M.: Finance and Statistics, 2017. 368 p.
19. Kobilev A.G., Seredin M.I. Criteria for assessing the foreign trade potential of an industrial enterprise. *Bulletin of the Rostov State University of Economics (RINH)*. 2016. pp. 110–115.
20. Rodionova E.S. Features of evaluating the effectiveness of foreign trade activities of a multi-nomenclature enterprise. *Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences*. 2012.
21. Bataev V.V. System Analysis Methodology of an Industrial Enterprise for Managing the Foreign Economic Activity. IEEE Xplore® Digital Library. 2019. Pp. 719 – 723. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8962908/proceeding>.
22. Bataev V.V. Development of system and methodological bases for improving the efficiency of foreign economic activity at industrial enterprises. *Bulletin of Samara State Technical University, Technical Sciences Series*, 2021. Vol. 29. № 1. Pp. 6–18.
23. Derevyanov M.Yu., Pleshivtseva Yu.E., Afinogentov A.A. Simulation and evaluation of the efficiency of oil-contaminated wastes recycling system. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 459 (2020) 042058 doi:10.1088/1755-1315/459/4/042058.
24. Derevyanov M.Y., Pleshivtseva Yu.E., Kordyukova L.S., Rapoport E.Ya. Using DEA models to measure the efficiency of energy saving projects // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 552 (2019) 012020 doi:10.1088/1757-899X/552/1/012020.