«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «ТГТУ»,
Доктор технических наук, профессор
_____ Д.Ю. Муромцев
(подпись)
«30» 10 2026 г.
(дата, м.п.)

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» на диссертационную работу Иванова Алексея Викторовича **«Методика поиска оптимального решения задачи линейного раскроя для изделий промышленности строительных материалов»**, представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)»

Актуальность темы диссертационного исследования.

Тема диссертационной работы связана с разработкой методики выбора варианта производственной программы предприятия, обеспечивающей наименьшие потери при линейном раскроя материалов. Диссертация Иванова А.В. посвящена решению следующих задач: исследованию зависимости отходов раскроя от производственной программы; построению допустимого множества программ в пределах допуска на перевыполнение плана; разработке методики и программного средства, находящих программу с наименьшим отходом.

Снижение материальных потерь является одним из основных резервов повышения эффективности производственных систем. На предприятиях, выпускающих изделия из длинномерных материалов, существенная часть таких потерь возникает при линейном раскрое. Методы оптимизации раскроя для известного набора заготовок хорошо разработаны, однако на практике этот набор определяется планом выпуска изделий, но план может быть превышен в пределах

нормативного допуска. В связи с этим актуальность темы диссертационной работы Иванова А.В., рассматривающей задачу раскроя совместно с планом выпуска изделий как единую систему, в которой управляющим воздействием служит производственная программа, а показателем эффективности – отходы раскроя, не вызывает сомнений.

Структура и содержание диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 111 наименований и четырех приложений. Работа содержит 138 страниц, 24 рисунка и 26 таблиц.

Во введении (стр. 5-11) обосновывается актуальность исследования, сформулированы цель, решаемые задачи, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе (стр. 12-39) рассмотрены существующие подходы к линейному раскрою длинномерных материалов, включая постановки с ограничениями на перепроизводство, с учетом размеров производственных партий, при стохастическом спросе и с гибкими параметрами заказа. Описан технологический процесс производства железобетонных изделий и показана связь комплектов чертежей типовых серий с исходными данными задачи раскроя через матрицу норм расхода.

Во второй главе (стр. 40-60) изложены математические основы методики: постановки задач целочисленного линейного программирования и методы их решения, программные средства решения задач целочисленного линейного программирования, перечисление шаблонов раскроя, задача о ранце и метод генерации столбцов.

В третьей главе (стр. 61-83) содержатся положения диссертации, составляющие ее научную новизну, а именно:

1. Поставлена задача выбора производственной программы выпуска изделий по критерию минимума отходов линейного раскроя, в которой производственная программа выступает управляемым параметром в пределах нормативного допуска на перевыполнение плана.

2. Доказано, что отходы как функция производственной программы имеют скачки и множество локальных минимумов, поэтому лучшую программу нельзя найти локальным поиском.

3. Разработана методика, которая связывает нормы расхода материала на изделия с задачей раскроя и за счет полного перебора допустимого множества программ гарантированно находит программу с глобальным минимумом отходов.

Также в главе рассмотрен пример с прямоугольной матрицей норм расхода и определены границы применимости методики.

В четвертой главе (стр. 84-106) описаны методология эксперимента и программная реализация на языке Python с использованием библиотеки PuLP и решателя CBC. Методика применена к двум задачам раскроя арматуры по типовым сериям 1.038.1-1 (перемычки) и 1.423.1-3/88 (колонны), выполнена оценка экономического эффекта.

В заключении приведены основные результаты диссертационного исследования, свидетельствующие о достижении цели работы и решении поставленных задач.

В приложениях приведены копии листов типовых серий, полная таблица допустимых шаблонов раскроя, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и акты о внедрении результатов работы.

Цель работы, объект и предмет исследования.

Целью работы является разработка методики, которая позволяет выбрать производственную программу выпуска изделий с наименьшим отходом линейного раскроя в пределах допуска на перевыполнение плана. Объектом исследования является процесс планирования производственной программы предприятия, серийно выпускающего типовые изделия из длинномерных материалов. Предметом исследования являются зависимость отходов линейного раскроя от производственной программы и способ поиска программ с наименьшим отходом в пределах допуска на перевыполнение плана.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии системного анализа производственного планирования в части задач раскроя

длинномерных материалов: задача раскроя рассматривается совместно с планом выпуска изделий, что расширяет класс существующих постановок за пределы задач с фиксированным спросом.

Научная новизна диссертационной работы заключается в создании и обосновании методики выбора производственной программы, в которой допустимое множество программ задается нормативным допуском на перевыполнение плана, отходы для каждой программы вычисляются точным решением задачи раскроя, а глобальный минимум находится полным перебором, что обосновано установленным характером функции отходов.

Практическая ценность диссертационной работы заключается в разработке программного средства, реализующего разработанную методику, и во внедрении результатов исследования: они прошли испытания в АО «ТЖБИ-4», г. Тверь, и использованы в АО «Специальное конструкторское бюро средств управления» и ООО «Проектно-конструкторское бюро автоматизации производств», г. Тверь.

Достоверность результатов исследований.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректной постановкой задачи, применением апробированных методов целочисленного линейного программирования и опорой на известные результаты теории целочисленного программирования о свойствах функции значения, а также вычислительными экспериментами на задачах, построенных по реальной конструкторской документации типовых серий.

Личный вклад соискателя.

В рамках выполнения диссертационной работы Иванов А.В. осуществил научную постановку задачи исследования, проанализировал поведение функции отходов в зависимости от производственной программы и способы поиска вариантов производственных программ с наименьшим отходом в пределах допуска на перевыполнение плана, обосновал и разработал методику полного перебора допустимого множества производственных программ, которая гарантированно находит программу с глобальным минимумом отходов. Методика

доведена до программной реализации с целью проведения вычислительных экспериментов.

Апробация работы и публикации по диссертации.

Основные результаты диссертационной работы докладывались Ивановым А.В. и обсуждались на трех международных научно-практических конференциях. По материалам диссертационного исследования опубликовано 8 печатных работ, в том числе 5 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Рекомендации по использованию результатов исследования.

Результаты диссертационной работы Иванова А.В. рекомендуется использовать на предприятиях промышленности строительных материалов при формировании производственной программы и планировании закупок арматурного проката, а также на других предприятиях серийного производства изделий из длинномерных материалов (металлоконструкции, трубные заготовки, профили). Теоретические положения работы могут использоваться в учебном процессе при подготовке специалистов по направлениям, связанным с системным анализом и исследованием операций.

Замечания по диссертационной работе.

1. В диссертации недостаточно подробно раскрыты ограничения применимости методики при увеличении числа типов изделий, в частности рост числа допустимых программ и времени полного перебора (стр. 82-83).
2. Не пояснено, каким образом выбирается допуск на перевыполнение плана производства на предприятии и как его выбор влияет на эффект от методики (стр. 34).
3. В третьей главе (стр. 65-66) не хватает сравнительного анализа с эвристическими методами поиска (например, генетическими алгоритмами).
4. В диссертации не рассмотрены вопросы подготовки персонала к работе с программным средством (стр. 86-90) и не представлен анализ возможных рисков при внедрении методики.

5. Критерием выбора программы служит только расход материала (стр. 35), но не учитывается, сколько различных схем раскроя потребуется на участке заготовки, хотя от этого зависит трудоемкость резки.

Отмеченные недостатки не являются принципиальными и не снижают высокого качества диссертационной работы. Материалы диссертации и автореферата изложены в соответствии с решаемой научной задачей.

Автореферат, в целом, отражает содержание диссертации и основные научные результаты, достигнутые автором.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертация Иванова Алексея Викторовича «Методика поиска оптимального решения задачи линейного раскроя для изделий промышленности строительных материалов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложена новая методика выбора производственной программы выпуска изделий с наименьшим отходом линейного раскроя. Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), а именно следующим пунктам: п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта» в части постановки задачи выбора производственной программы и разработки методики полного перебора допустимых программ; п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта» в части алгоритмического и программного обеспечения расчета отходов раскроя для каждой допустимой программы.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых журналах.

Диссертационная работа по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (ред. от 16.10.2024 г.), а ее автор, Иванов Алексей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Диссертационная работа и отзыв доложены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», протокол № 5_ от «_30_» _____10_____ 2026 г.

Заведующий кафедрой «Информационные процессы и управление»,
д.т.н., профессор _____ Матвейкин Валерий Григорьевич
«_30__»_____10_____ 2026 г.

Профессор кафедры «Информационные процессы и управление»,
д.т.н., профессор _____ Дмитриевский Борис Сергеевич
«30_»_____10_____ 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»
Адрес: 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106/5, помещение 2
Телефон: +7(4752) 63-10-19 Факс: +7(4752) 63-06-43
E-mail: tstu@admin.tstu.ru Сайт: https://www.tstu.ru

ФГБОУ ВО «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Подпись Матвейкина В.Г.
ЗАВЕРЯЮ
Начальник Управления кадровой политики
Л.И. Соколова
«30» 10 2026.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации * Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования * «Тамбовский государственный технический университет» * Управление кадровой политики

ФГБОУ ВО «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Подпись Дмитриевского Б.С.
ЗАВЕРЯЮ
Начальник Управления кадровой политики
Л.И. Соколова
«30» 10 2026.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации * Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования * «Тамбовский государственный технический университет» * Управление кадровой политики