ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
доктора технических наук, доцента Бурковой Ирины Владимировны
на диссертационную работу Иванова Алексея Викторовича
«Методика поиска оптимального решения задачи линейного раскроя для изделий промышленности строительных материалов»,
представленную 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

Актуальность темы диссертации Иванова А.В. обусловлена необходимостью снижения расхода металлопроката, который относится к наиболее дорогим видам сырья при изготовлении железобетонных изделий и строительных конструкций. Хотя отход при линейном раскрое составляет лишь несколько процентов от объемов закупаемого проката, при значительных объемах потребления даже небольшое снижение отходов приносит заметную экономию.

Существующие методы оптимизации раскроя исходят из того, что перечень и количество заготовок известны заранее. В работе Иванова А.В. задача поставлена иначе: изменяемым параметром служит сам план выпуска изделий. Такая постановка обусловлена тем, что на практике план выпуска типовых изделий допускается перевыполнять в установленных пределах, и эта возможность снизить расход материала, как правило, не используется. Поэтому исследование, в котором производственная программа выбирается с целью минимизации отхода раскроя, является актуальным и практически значимым.

Целью работы является разработка методики, которая позволяет выбрать производственную программу выпуска изделий с наименьшим отходом линейного раскроя в пределах допуска на перевыполнение плана.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Провести анализ существующих подходов к минимизации отходов линейного раскроя длинномерных материалов и установить, какую роль в них играет производственная программа.
2. Провести анализ технологического процесса производства изделий из длинномерных материалов, выявить этап линейного раскроя и установить, как исходные данные задачи раскроя определяются производственной программой через конструкторскую документацию.

3. Формализовать задачу выбора производственной программы, построить допустимое множество программ в рамках заданного допуска и определить количество отходов как функцию производственной программы.
4. Разработать методику поиска производственной программы с наименьшим отходом и реализовать ее в виде программного средства.
5. Провести экспериментальную проверку методики на задачах производства изделий типовых серий, оценить величину предполагаемого достижимого экономического эффекта и возможности выбора альтернативной мерной длины проката.

Структура, объем и содержание работы

Диссертационная работа включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы и четыре приложения. Объем работы составляет 138 страниц, в том числе 24 рисунка и 26 таблиц. Список литературы включает 111 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования и представлена степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, определены положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору подходов к минимизации отходов линейного раскроя и анализу технологического процесса производства железобетонных изделий. Показано, что задача раскроя возникает на этапе подготовки арматуры, а ее исходные данные формируются из конструкторской документации через матрицу норм расхода.

Во **второй главе** изложен математический аппарат методики: от задачи линейного программирования к задаче целочисленного линейного программирования и далее к задаче линейного раскроя с перечислением шаблонов и методом генерации столбцов.

Третья глава содержит основной научный результат. Исследовано поведение отходов на множестве допустимых программ, из которого выведена необходимость полного перебора, описаны этапы методики и указаны условия, при которых она применима.

В **четвертой главе** методика проверена на двух задачах раскроя арматуры по типовым сериям и дана оценка экономического эффекта. Показано, что номинальный план в задаче с перемычками сам является локальным минимумом функции отходов, поэтому локальная корректировка плана не приводит к улучшению.

Научная новизна диссертационной работы

Новизна диссертационной работы заключается в новой постановке научной задачи, в которой план выпуска изделий не фиксируется заранее, а подбирается в пределах допуска на перевыполнение так, чтобы отходы раскроя были наименьшими. Автор выявил скачкообразный характер функции зависимости отходов от производственной программы и обнаружил наличие у нее множества локальных минимумов. Из этого следует, что первоначально полученная производственная программа (план выпуска изделий) не всегда является оптимальной. На этой основе автором разработана методика, которая анализирует все допустимые программы и тем самым гарантирует нахождение глобального минимума отходов.

Достоверность научных положений и выводов

Достоверность научных положений и сделанных выводов обеспечивается корректным использованием методов системного анализа, математического программирования и теории целочисленного программирования, совпадением экспериментально полученной формы функции отходов с теоретическими выводами, а также актами испытаний и использования результатов на предприятиях.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что задача раскроя рассматривается не как самостоятельная задача с заданным спросом, а как элемент управления производственной программой предприятия. С помощью разработанного программного средства технолог или плановик, задав исходный план выпуска и нормы расхода арматуры, получает производственную программу с наименьшим отходом, а в случаях, когда снижение отхода выбором программы невозможно, обоснованно устанавливает это и сравнивает варианты мерной длины закупаемого проката.

Практическая ценность работы подтверждается актами испытаний в АО «ТЖБИ-4» и использования результатов в АО «Специальное конструкторское бюро средств управления» и в ООО «Проектно-конструкторское бюро автоматизации производств». Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается вычислительным экспериментом на задачах, построенных по листам типовых серий железобетонных изделий.

Результаты диссертационной работы изложены в 8 печатных работах, из которых 5 статей в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, и апробированы на международных научно-практических конференциях. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация хорошо структурирована и логически выстроена, оформлена технически грамотно и дополнена необходимым количеством иллюстративного материала. Разделы диссертации взаимосвязаны между собой и подчинены

единой цели. Автореферат отражает основное содержание диссертации, актуальность темы, новизну, практическую значимость и личный вклад автора в проведенное исследование.

Соответствие диссертации предъявляемым требованиям

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям и результатам исследований диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), включая следующие направления исследований:

П. 4 – «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», чему соответствуют постановка задачи выбора производственной программы и методика поиска программы с наименьшим отходом;

П. 5 – «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта», чему соответствует программное средство, реализующее методику.

Однако по диссертационной работе имеется ряд замечаний.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе не рассмотрен совместный раскрой из прутков нескольких мерных длин в виде единой задачи (стр. 103).

2. В работе недостаточно подробно рассмотрено использование остатков, пригодных к повторному применению после раскроя (стр. 20-21).

3. Недостаточно подробно обоснован выбор экспериментальных задач с двумя и тремя типами изделий (стр. 84).

4. В работе проведено сравнение программных средств (стр. 50) для решения задач целочисленного линейного программирования, однако прикладные программы для раскроя проката, применяемые на предприятиях, не проанализированы.

5. Некоторые графики (рис. 3.4, 3.5, 4.5, 4.6) требуют более подробных пояснений в подписях.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку работы в целом. Резюмируя вышеизложенное, считаю, что результаты, полученные лично автором диссертационной работы, являются новыми, оригинальными и значимыми для науки и практики.

Заключение

Диссертационная работа Иванова Алексея Викторовича на тему: «Методика поиска оптимального решения задачи линейного раскроя для изделий промышленности строительных материалов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), является законченной научно-квалификационной работой. Научные положения, выводы и рекомендации обоснованы, работа обладает теоретической и практической значимостью. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (ред. от 16.10.2024 г.), и соискателю Иванову Алексею Викторовичу может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Официальный оппонент:
Ведущий научный сотрудник
ФГБУН «Институт проблем управления
им. В. А. Трапезникова
Российской академии наук»,
д.т.н., доцент Буркова Ирина Владимировна

«06» 11 2026 г.

Буркова Ирина Владимировна
Почтовый адрес: 117342, г. Москва,
ул. Профсоюзная, д. 65, стр. 2
Телефон: +7 (910) 402-26-08
Электронная почта: irbur27@mail.ru

Подпись Буркова И.В.
ЗАВЕРЯЮ
Зав. Общим отделом