

---

---

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ INTERDISCIPLINARY RESEARCH

---

---

Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 7 (501). С. 108–116.

Bulletin of Chelyabinsk State University. 2025;(7(501):108-116.

Научная статья

УДК 338.45:621.774

DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-108-116

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА МЕТАЛЛА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Ярослав Игоревич Космацкий<sup>1✉</sup>, Денис Николаевич Лысов<sup>2</sup>,  
Егор Николаевич Кондратьев<sup>3</sup>, Алексей Александрович Тюрин<sup>4</sup>,  
Сергей Викторович Залесов<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ООО «Исследовательский Центр ТМК» (ООО «ИЦ ТМК»), Москва, Россия, kosmatski@rosniti.ru

<sup>2</sup> ООО «Исследовательский Центр ТМК» (ООО «ИЦ ТМК»), Москва, Россия; Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>3</sup> ООО «Исследовательский Центр ТМК» (ООО «ИЦ ТМК»), Москва, Россия; Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>4</sup> ООО «Исследовательский Центр ТМК» (ООО «ИЦ ТМК»), Москва, Россия

<sup>5</sup> ПАО «Трубная Металлургическая Компания» (ПАО «ТМК»), Москва, Россия

**Аннотация.** Важным элементом экономики и управления предприятием является деятельность по осуществлению планирования, которое предполагает установление нормативных, целевых значений, стимулирующих повышение эффективности бизнес-процессов. Рассмотрен генезис развития и совершенствования расчетно-аналитического метода формирования плановых норм и нормативов в системе нормирования материальных ресурсов. Детально охарактеризованы актуальные составляющие математической модели нормирования металла. Базисом для оценки аспектов практической реализации является опыт по разработке АО «РусНИТИ» (АО «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности») инструментария позволяющего задачи научно и технически обоснованного управления расходом материальных ресурсов (металла) при производстве бесшовных горячедеформированных труб на трубопрокатном агрегате с непрерывным станом FQM (Fine Quality Mill). Приведены полученные результаты от реализации, представляющие собой усовершенствованный процесс нормирования, в том числе за счет глубокой дифференциации расчета частных составляющих расходного коэффициента металла. Заявлено, что результатами разработки и внедрения инструментов нормирования является совершенствование бизнес-процессов, в частности, процессов планирования и процессов управления ресурсосбережением.

**Ключевые слова:** экономика предприятия, нормирование расхода материальных ресурсов, расчетно-аналитический метод нормирования, расходный коэффициент металла, ресурсосбережение, себестоимость, наилучшие доступные технологии

**Для цитирования:** Космацкий Я. И., Лысов Д. Н., Кондратьев Е. Н., Тюрин А. А., Залесов С. В. Опыт применения расчетно-аналитического метода нормирования расхода металла в системе управления предприятием // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 7 (501). С. 108–116. DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-108-116

Original article

## EXPERIENCE IN APPLYING THE CALCULATION-ANALYTICAL METHOD FOR METAL CONSUMPTION RATIONING IN THE ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

Yaroslav I. Kosmatskiy<sup>1</sup>✉, Denis N. Lysov<sup>2</sup>, Egor N. Kondratyev<sup>3</sup>, Alexey A. Tyurin<sup>4</sup>, Sergey V. Zalesov<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Research Center TMK LLC (RC TMK), Moscow, Russia, kosmatski@rosniti.ru

<sup>2</sup> Research Center TMK LLC (RC TMK), Moscow, Russia; South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>3</sup> Research Center TMK LLC (RC TMK), Moscow, Russia; South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>4</sup> Research Center TMK LLC (RC TMK), Moscow, Russia

<sup>5</sup> PJSC Tube Metallurgical Company (TMK), Moscow, Russia

**Abstract.** An essential element of enterprise economics and management is planning, which involves establishing standardized and target values to stimulate the efficiency of business processes. The article examines the genesis of the development and improvement of the calculation-analytical method for forming planned norms and standards within the system of material resource rationing. The current components of the mathematical model for metal rationing are described in detail. The basis for evaluating practical implementation aspects is the experience of JSC RUSNITI (Russian Research Institute for the Tube and Pipe Industry) in developing tools for scientifically and technically justified management of material resource (metal) consumption during the production of seamless hot-rolled pipes at the FQM (Fine Quality Mill) tube-rolling unit. The results of implementation are presented, including an improved rationing process achieved through in-depth differentiation of the calculation of specific components of the metal consumption coefficient. It is asserted that the development and implementation of rationing tools enhance business processes, particularly planning and resource conservation management.

**Keywords:** enterprise economics, rationing of material resource consumption, calculation-analytical rationing method, metal consumption coefficient, resource conservation, production cost, best available techniques

**For citation:** Kosmatskiy YaI, Lysov DN, Kondratyev EN, Tyurin AA, Zalesov SV. Experience in Applying the Calculation-Analytical Method for Metal Consumption Rationing in the Enterprise Management System. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2025;(7(501):108-116. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-108-116

### Введение

Важность сферы планирования, включающей практику и теорию нормирования расхода материалов, является многоаспектной и прежде всего определяется по роли в управлении как на микро-, так и на макроуровне экономической действительности. В свою очередь, реализация различных практик планирования и нормирования зависит от ряда условий, в том числе от взаимодействия методологии, методов и решений прикладного уровня.

В публикации [1] затронута проблематика внедрения и реализации принципов нормирования в непосредственной практике промышленных предприятий. В настоящей статье исследование будет продолжено. Уже существующие и в достаточной степени систематизированные знания о таком объекте как нормирование расхода материалов необходимо дополнить информацией о пересечениях теории и практики, взаимном влиянии и точках напряжения.

Значимость данному исследованию придает тот факт, что вопросу внедрения систем MRP и ERP посвящены многочисленные исследования [2–5], тогда как тема использования и внедрения норми-

рования материальных ресурсов на основе РАМ (расчетно-аналитического метода) охвачена в недостаточной мере. А детальных исследований фактически не проводилось. Реализация объективного нормирования при производстве любой продукции возможна только при помощи современных научно и технологически обоснованных методов разработки норм [6]. К процессам производства трубной металлопродукции это относится в полной мере.

Расчетно-аналитический метод нормирования полностью удовлетворяет научным и технологическим критериям, поскольку основан на расчете индивидуальных (частных) РКМ (расходных коэффициентов металла), НРМ (норм расхода металла) и МОП (массы технологических отходов и потерь), выраженных в виде математических зависимостей для каждой из технологических операций производственного цикла, с использованием исходных данных, регламентированных нормативной и технической документацией, отражающих актуальное состояние производственных процессов и требования к качеству готовой продукции [7]. При этом полученная величина НРМ ав-

томатически является основой для последующего анализа и корректировки, так как формирование каждой ее составляющей прозрачно, что облегчает выполнение функции контроля числовых значений норм [1].

Основным и достаточно существенным препятствием к широкому практическому использованию данного метода формирования норм является его высокая трудоемкость [7], требующая углубленного подхода и детальной проработки математических зависимостей, анализа и систематизации используемых массивов исходной информации, аналитической верификации получаемых результатов расчетов. Однако, трудоемкость может быть существенно снижена применением средств автоматизации процесса нормирования расхода металла, в виде программного обеспечения для ЭВМ, разработанного на основе методик расчета норм расхода металла, являющихся продуктом реализации математического моделирования [8].

Отметим, что в настоящее время в сфере планирования металлоиспользования для предприятий Группы ТМК приоритетным является именно расчетно-аналитический метод разработки РКМ и НРМ и индивидуальное нормирование расхода металла.

#### **Материалы и методы исследования**

Рассмотрим генезис расчетно-аналитического метода нормирования на этапах его развития и совершенствования в течение последних 20 лет.

В начале 2000-х годов, с момента вхождения АО «РосНИТИ»<sup>1</sup> (Российского научно-исследовательского института трубной промышленности) в контур консолидации Группы ТМК, специалисты института приступили к проработке вопросов внедрения РАМ нормирования в практику предприятий.

Предпосылкой для начала работ в данном направлении послужило несколько факторов, среди них: увеличение расхода металла на предприятиях трубной отрасли относительно уровня 1990 г.; ухудшение контроля фактического расхода материальных ресурсов; существенное ослабление производственной и технологической дисциплины [9]. Перечисленные факторы, в свою очередь, во многом обусловлены переходом с плановой экономики (массового производства) на рыночные отношения (мелкосерийное производство), а также такими вызовами рынка, как конкуренция, увеличение числа заказов объемом менее монтажных партий, необходимость производства точно

в срок, освоение НВП (новых видов продукции). Доминирование в практике нормирования заводов ОСМ (отчетно-статистического метода) усугубляло приведенные причины [8].

Уже в отправной точке возобновления работ по РАМ возник принципиальный вопрос: воссоздать ли систему в виде, существующем в конце 1980-х гг., или совершенствовать и реализовывать принципы и методы РАМ на новом уровне?

Попытка простого возобновления применения «Инструкции по нормированию расхода черных металлов при производстве стальных труб»<sup>2</sup> столкнулась с рядом фундаментальных сложностей.

За прошедшие годы на предприятиях — производителях труб, сложилась устойчивая практика планирования и учета затрат по технологическим переделам. К основным причинам можно отнести возникновение существенных объемов незавершенного производства, образующегося в результате новых принципов хозяйствования, межцеховую и межзаводскую кооперацию.

Детальное и прозрачное формирование себестоимости, зачастую для конкретного заказа, обусловило необходимость планирования не только показателя нормы расхода, но и структуры образующихся пооперационных и попередельных отходов и потерь металла, с разбивкой по видам: обрезь, стружка, образование окалины, безвозвратные потери на угар, пыль и др. А также планировать показатели возможного несовершенства технологии, в виде брака и попутной продукции.

Инструкция 1988 г. регламентировала расчеты только для однопредельной технологической схемы производства: от задачи металла до получения готовой продукции, не рассматривала методологию планирования показателей качества и структуры отходной части, что делало невозможным объективный анализ отходной части нормы расхода.

На начальной стадии исследования, а именно в период с 2004 по 2008 годы, специалистами ОАО «РосНИТИ» было разработано методическое обеспечение расчета индивидуальных и групповых (средневзвешенных) РКМ, НРМ и МОП для ряда трубопрокатных и трубосварочных агрегатов, реализующее однопредельную схему производства, от задачи металла до получения готовой продукции, то есть в целом по технологическому циклу, с единым расходным коэффициентом брака. Вместе с тем, впервые были реализованы такие компоненты методик, как:

<sup>1</sup> В настоящее время — АО «РусНИТИ» (АО «Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности).

<sup>2</sup> Инструкция по нормированию расхода черных металлов при производстве стальных труб, УралНИТИ, 1988 г.

– метод расчета структуры и массы образующихся отходов и потерь металла с разделением на составляющие: обрезь, стружка, окалина, угар;

– дифференциация РАМ к индивидуальным технологическим схемам и признакам продукции.

Следующая итерация совершенствования методической документации, осуществленная в период с 2009 г. по настоящее время, представляет собой совокупность методик расчета индивидуальных и групповых РКМ, НРМ и МОП металла, дифференцированных под каждую особенность конкретного технологического процесса. В методиках реализован многопередельный учет материальных затрат при производстве продукции, который учитывает разделение частных РКМ по переделам.

Устоявшейся становится следующая внутренняя структура индивидуальной методики расчета, разрабатываемой в соответствии с существующими критериями дифференциациями:

– Термины и определения;

– Обозначения и сокращения;

– Технологические переделы (с указанием их фактических границ по составу оборудования и классификацией образующихся отходов и потерь металла);

– Схемы технологических процессов;

– Расчет частных индивидуальных РКМ, НРМ по операциям технологического процесса и по технологическим переделам при производстве продукции;

– Расчет МОП металла, брака и попутной продукции по технологическим переделам;

– Учет поставки продукции по теоретической массе (опционально, если осуществляется сдача продукции по теоретической массе);

– Расчет групповых РКМ, НРМ и МОП (опционально, при соответствующем учете на предприятии);

– Пример расчета, охватывающий весь математический алгоритм;

– Наименования, размерность, методы определения и точность численных величин принятых обозначений.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Рассмотрим более подробно применение РАМ нормирования расхода металла в условиях ТПЦ-1 АО «Северский трубный завод» (АО «СТЗ») а также дадим краткую характеристику существующему технологическому оборудованию предприятия для производства бесшовных горячедеформированных труб.

В период с 1976 по 2014 гг. производство бесшовных труб осуществлялось на трубопрокатном

агрегате (ТПА) с пилигримовым станом «5–12», изготавливались трубы наружным диаметром 168–325 мм и муфтовые заготовки наружным диаметром до 360 мм.

Одним из наиболее существенных недостатков производства труб на установках с пилигримовым станом является высокий РКМ, который обусловлен наличием технологически неизбежных отходов в виде затравочного (переднего) конца трубы и пилигримовой головки (заднего конца гильзы), которые присущи только этому способу производства и составляют в среднем 9–10 % массы задаваемого в стан металла [10].

Модернизация трубопрокатного производства АО «СТЗ» была направлена на сокращение издержек, расширение сортамента, увеличение объемов выпуска высокотехнологичной инновационной продукции нефтегазового сортамента и повышение ее качества [11].

В октябре 2014 года в рамках реализации «Стратегической инвестиционной программы ТМК» на АО «СТЗ» введен в эксплуатацию новый ТПА с непрерывным станом FQM (Fine Quality Mill) по выпуску бесшовных труб, заменив пилигримовый стан. На момент пуска FQM являлся одним из самых современных трубопрокатных станом в РФ [12].

В состав основного оборудования стана входит нагревательная кольцевая печь, прошивной стан, непрерывный стан, извлекательно-калибровочный стан (ИКС), печь с шагающими балками, калибровочный стан [13].

В соответствии с описанными выше этапами развития РАМ нормирования металла, велась и соответствующая деятельность применительно к производству бесшовных труб на АО «СТЗ».

Разработанные на первом этапе методики, регламентирующие нормирование для нефтегазопроводных и обсадных труб, производимых на ТПА «5–12», были усовершенствованы в части алгоритмизации попередельного разделения частных РКМ, снабжены учетом нормативов показателей качества продукции: брака, попутной продукции, также дифференцировано по технологическим переделам.

Ввод в эксплуатацию нового ТПА FQM предполагает не столько кардинальную переработку и адаптацию математической модели, описывающую плановый расход металла для выводимого из эксплуатации ТПА другого типа, сколько создание новой модели, опирающуюся на другую технологию и другие организационно-экономические условия. Однако созданием новой модели не ограничивается поисковая и научная работа. В даль-

нейшем, как правило, возникает необходимость в актуализации математических зависимостей, описывающих производство с точки зрения планового потребления металла.

Предпосылками могут выступать следующие факторы:

- изменение номенклатуры и сортамента выпускаемой продукции;
- освоение новых видов продукции;
- направленные на совершенствование технологии НИОКР и рационализаторские предложения;
- модернизация оборудования;
- изменение организационных условий;
- новые требования менеджмента;
- (как следствие) корректировка технологической локальной документации и/или переход на новые нормативные документы (ГОСТы, ТУ), введение в действие новых общекорпоративных документов, регламентирующих сферу нормирования.

Осуществление работ по актуализации моделей необходимо для истинного отражения организационных и технологических особенностей производства продукции, устранению искажений, устаревших областей в математическом алгоритме. Релевантность этой области деятельности, в свою очередь, определяется необходимостью получения неискаженных и достоверных норм расхода.

В рассматриваемом кейсе АО «СТЗ» основными областями совершенствования, помимо рассмотренных нами выше, выступили:

- разделение показателя обреза на обрез технологическую и на обрез дефектов в структуре отходов и потерь металла;
- корректировка показателей исходной информации для данной реализации изменений;
- дополнение математического алгоритма вариативностью расчета показателей расхода металла при учете поставки продукции по теоретической массе;
- создание унифицированных математических моделей определения отходной части в производстве различных типов резьбы, в том числе премиальных, и их интеграция в математическую модель.

Наибольшую научную «нагрузку» из обозначенных в перечне направлений совершенствования несет, безусловно, создание математических моделей определения отходной части в производстве различных типов резьбы, в том числе премиальных.

Необходимо сформировать контекст. Резьба, как элемент геометрии трубы, характерна не для всех видов трубной продукции. Существует категория труб относимым к Oil Country Tubular Goods

(OCTG), то есть нарезным трубам нефтяного сортамента. Данная категория включает бурильные, обсадные и насосно-компрессорные трубы<sup>1</sup>. При производстве обсадных труб нарезаются резьбы различных типов для соединения с комплектующим изделием (муфтой) [10]. Отдельно выделяются типы соединений «премиум-класса» (или «запатентованные резьбы») [14].

Одним из видов продукции, производимой в АО «СТЗ», являются обсадные трубы. С определенного момента в производстве осваиваются обсадные трубы с резьбовыми соединениями «премиум-класса».

Нарезание резьбы на концах трубы является одной из завершающих и одной из самых ответственных технологических операций при производстве обсадных труб. Операция заключается в формировании одного или нескольких «равномерно расположенных выступов резьбы постоянного сечения, образованных на боковой поверхности прямого кругового цилиндра или прямого кругового конуса»<sup>2,3</sup> для обоих концов обсадной трубы.

На данной операции в процессе формирования геометрических параметров резьбы образуются технологические отходы в виде стружки. Следовательно, уровень расхода металла обуславливается геометрическими параметрами резьбы.

В методическом обеспечении, созданном для обсадных труб, изготавливаемых в условиях ТПЦ-1 АО «СТЗ», содержалась следующая формула расчета РКМ при нарезании различных типов резьбы на концах трубы:

$$K_{\text{рез}} = \frac{L_{\text{трпнр}} \times Q_{\text{т}}}{L_{\text{трпнр}} \times Q_{\text{т}} - G_{\text{стр}}}, \quad (1)$$

где:  $L_{\text{трпнр}}$  — длина трубы под нарезание резьбы, м;

$Q_{\text{т}}$  — масса одного погонного метра готовой трубы, кг/м;

$G_{\text{стр}}$  — общая масса стружки, удаляемая при нарезании резьбы на концах труб, кг.

Ключевой элемент данной формулы — переменная  $G_{\text{стр}}$ , которая в свою очередь также устанавливалась расчетным путем по «универсальной» формуле:

<sup>1</sup> Продукция // ТМК. URL: <https://www.tmk-group.ru/products> (дата обращения: 10.01.2025).

<sup>2</sup> ГОСТ 11708-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба. Термины и определения.

<sup>3</sup> ГОСТ Р 53365-2009 Трубы обсадные и насосно-компрессорные и муфты к ним. Основные параметры и контроль резьбовых соединений. Общие технические требования.

$$G_{\text{стр}} = 0,006165 \times (D^2 - d_{\text{вн}}^2) \times l_{\text{рез}} \quad (2)$$

где:  $d_{\text{вн}}$  — внутренний диаметр резьбы в плоскости торца трубы, мм;

$D$  — номинальный диаметр гладкой части готовой трубы, мм;

$l_{\text{рез}}$  — общая длина резьбы трубы, м.

В свою очередь,  $d_{\text{вн}}$  рассчитывается по формуле:

$$d_{\text{вн}} = D - 2h_1, \quad (3)$$

где:  $h_1$  — высота профиля резьбы, мм.

Переменные  $q_T$  и  $L_{\text{тр}}$ , являются расчетными и определяются с помощью других частей математического алгоритма. Другая же часть переменных, а именно  $D$ ,  $l_{\text{рез}}$ ,  $h_1$ , являются исходными данными, определяемыми в соответствии с нормативной документацией (НД).

Рассмотрим общий физический смысл данных расчетов  $G_{\text{стр}}$ . В основе формулы лежит расчет площади кольца. Умножив площадь кольца на длину и плотность материала, можно получить расчетную массу материала, имеющего форму полного цилиндра.

Как видим, данное математическое описание операции, а именно формулы (1–3), является усредненным и условным. Усредненным, то есть ориентированным на бездифференцированность резьбы. Условным, так как не отражает действительное геометрическое изменение тела трубы. Более того, показатель  $d_{\text{вн}}$  может не находиться от показателя  $h_1$  в такой зависимости, которая была описана в формуле (3). Такой подход к определению был допустим на этапе создания данного методического обеспечения, экстенсивного развития и задач по оперативному внедрению РАМ на большой группе предприятий.

Соответственно, являлась крайне актуальной задача по интенсивному развитию модели расчета РКМ при производстве обсадных труб, дополнению общей модели дифференцированным расчетом затрат металла при нарезании резьбы.

Единственный способ получения объективного значения показателя  $G_{\text{стр}}$ , соответствующий принципам РАМ, это анализ всего массива НД и технологической документации (ТД), изучение эскизов и чертежей, содержащейся в документации числовой информации, описывающей геометрические параметры резьб, и разработка соответствующего количества вариантов математических моделей, описывающих процесс нарезания различных видов резьбы, с учетом всех параметров формоизменения концов трубы.

Расход металла на данной операции производственного процесса отличает «технологическая неизбежность», то есть отсутствуют показания к его оптимизации, ввиду приоритетности обеспечения требуемых параметров резьбовых соединений. При этом, возможность оценивать составляющую нарезки резьбы в общем показателе планового расхода металла с большей степенью дифференциации актуальна и целесообразна.

Создано индивидуальное математическое описание процесса нарезания для различных типов резьб, как классических (ОТТМ, ОТТГ, Батрессе), так и относящихся к линейке ТМК-Премиум.

Математические модели расчета составлены из следующих блоков:

- блок расчета массы стружки, удаляемой для придания концу трубы конусовидной формы;
- блок расчета массы стружки, удаляемой при нарезании резьбы на конце трубы;
- блок расчета массы стружки, удаляемой при снятии фаски;
- блок расчета массы стружки, удаляемой при конусовидной проточке;
- блок расчета массы стружки, удаляемой при проточке упорного участка;
- блок расчета массы стружки, удаляемой при обработке ниппеля.

Модели построены на основании геометрического инструментария. Используется набор формул расчета объема усеченного конуса, объема цилиндра, площади треугольника, их комбинации и модификации.

Характеристикой моделей было вычисление промежуточных величин, значения которых не регламентировались НД и ТД, но необходимы для достоверного расчета.

#### Закключение

Итогом работы по данному направлению — а именно развитие математической модели расчета НРМ для производства бесшовных горячедеформированных труб АО «СТЗ», в указанных выше областях совершенствования, была модель, отражающая актуальное состояние производства, организационные и экономические условия предприятия, актуальный сортамент производства. Усовершенствованная математическая модель сохранила каркас оригинальной модели, дополнив общую структуру новыми элементами.

Основной результат, а именно, разработка инструментов нормирования расхода металла в условиях ТПЦ-1 АО «СТЗ», моделей расчета РКМ и НРМ на основе РАМ, напрямую оценить в финансовых показателях достаточно проблематично.

Для финансовой оценки необходимо сделать ряд допущений. Однозначно можно утверждать, что результатами разработки и внедрения инструментов нормирования является совершенствование бизнес-процессов, в частности, процессов планирования и процессов управления ресурсосбережением. Поддержание системы нормирования в актуальном состоянии позволяет точно планировать расход материальных ресурсов, в данном случае металла. Принимать и реализовывать решения в сферах управления запасами и закупки сырья, внедрять результаты НИОКР. Указанные решения должны стимулировать снижение удельного расхода материалов, что подтверждается фактическими данными: с 2014 года удельное потребление металла на производство тонны продукции снизилось на 7 %. Достигнутое снижение оказывает прямое влияние на экономические показатели деятельности предприятия, а именно — обуславливает снижение себестоимости выпускаемой про-

дукции. Усовершенствованная модель может быть адаптирована для большинства промышленных предприятий, производящих бесшовные горячедеформированные стальные трубы. Можно сказать, что примененный в ней набор частных методов нормирования является универсальным инструментом, позволяющим с учетом индивидуальных особенностей технологического процесса и регламентирующих его показателей осуществлять планирование металлоиспользования с высокой степенью достоверности результатов.

Также необходимо отметить, что модернизация ТПЦ-1 АО «СТЗ» осуществлялась, в том числе, с помощью внедрения наилучших доступных технологий (НДТ)<sup>1</sup>. Соответственно, результаты, достигнутые в данном кейсе, позволяют сделать вывод о взаимосвязи между ресурсосбережением, эффективностью использования материалов и НДТ.

<sup>1</sup> Банк экологических проектов // ТМК. URL: [https://www.tmk-group.ru/eco\\_stz\\_trub](https://www.tmk-group.ru/eco_stz_trub) (дата обращения: 10.01.2025).

### Список источников

1. Выдрин А. В., Лысов Д. Н., Кондратьев Е. Н., Пузиков А. А. Реализация расчетно-аналитического метода нормирования расхода металла при производстве бесшовных горячедеформированных труб в условиях АО «ТАГМЕТ» // Черные металлы. 2022. № 9. С. 26–31.
2. Achergui A., Allaoui H., Hsu T. Demand Driven MRP with supplier selection // IFAC-PapersOnLine. 2022. Vol. 55. № 10. P. 257–262.
3. Salas W. H. Model to improve an ERP implementation based on agile best practice: A Delphi study // Procedia Computer Science. 2023. Vol. 219. P. 1785–1792.
4. Aires M., Abrantes R. Requirements Elicitation in ERP Implementation Process // Procedia Computer Science. 2022. Vol. 204. P. 794–802.
5. Osnes K. B., Olsen J. R., Vassilakopoulou P., Hustad E. ERP Systems in Multinational Enterprises: A literature Review of Post-implementation Challenges // Procedia Computer Science. 2018. Vol. 138. P. 541–548.
6. Лысов Д. Н., Космацкий Я. И., Тюрин А. А., Кондратьев Е. Н. Совершенствование планирования расхода металла при производстве горячепрессованных труб // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77. № 1. С. 63–69.
7. Баев И. А., Лысов Д. Н., Дворникова Т. В. Методы оптимального планирования материальных ресурсов в производстве труб // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2016. № 1. С. 104–112.
8. Михайловская И. И., Лысов Д. Н., Грехов А. И., Дворникова Т. В. Автоматизированная система нормирования в трубном производстве // Сталь. 2011. № 2. С. 101–104.
9. Пышминцев И. Ю., Лысов Д. Н., Кондратьев Е. Н., Дворникова Т. В. Генезис отраслевого регулирования нормирования расхода металла в трубной промышленности // Сталь. 2021. № 1. С. 62–67.
10. Друян В. М., Гуляев Ю. Г., Чукмасов С. А. Теория и технология трубного производства: Учебник. Днепропетровск: РИА «Днепр-ВАЛ», 2001. 544 с.
11. Шайбакова Л. Ф., Нестеров Д. Н. Инновационные решения ОАО «Трубная металлургическая компания» // Управленец. 2013. №1. С.29–33.
12. Выдрин А. В., Корсаков А. А., Ахмеров Д. А. и др. Развитие теории и совершенствование технологических операций при производстве бесшовных труб на современных трубопрокатных агрегатах // Труды XIV Конгресса прокатчиков. 2024. Т. 2. С. 210–216.
13. Черных И. Н., Струин Д. О., Шкуратов Е. А. Определение величины концевой обрезки труб, формирующейся в условиях ТПА с непрерывными станами типа PQF, FQM // Вестник ЮУрГУ. Серия: Металлургия. 2014. №4. С 71–75.

14. Byrom T. G. *Casing and Liners for Drilling and Completion*. Waltham: Gulf Professional Publishing, 2015. 420 p.

## References

1. Vydrin AV, Lysov DN, Kondratyev EN, Puzikov AA. Implementation of the calculation and analytical method for standardizing metal consumption in the production of seamless hot-deformed pipes under the conditions of TAGMET JSC. *Chernyye metally=Ferrous Metals*. 2022;(9):26-31. (In Russ.).
2. Achergui A, Allaoui H, Hsu T. Demand Driven MRP with supplier selection. *IFAC-PapersOnLine*. 2022;55(10):257-262.
3. Salas WH. Model to improve an ERP implementation based on agile best practice: A Delphi study. *Procedia Computer Science*. 2023;219:1785-1792.
4. Aires M, Abrantes R. Requirements Elicitation in ERP Implementation Process. *Procedia Computer Science*. 2022;204:794-802.
5. Osnes KB, Olsen JR, Vassilakopoulou P, Hustad E. ERP Systems in Multinational Enterprises: A Literature Review of Post-implementation Challenges. *Procedia Computer Science*. 2018;138:541-548.
6. Lysov DN, Kosmatsky YaI, Tyurin AA, Kondratyev EN. Improving Metal Consumption Planning in the Production of Hot-Pressed Pipes. *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoy i ekonomicheskoy informatsii=Ferrous Metallurgy. Bulletin of Scientific, Technical and Economic Information*. 2021;77(1):63-69. (In Russ.).
7. Baev IA, Lysov DN, Dvornikova TV. Methods of optimal planning of material resources in pipe production. *Vestnik YUUrGU. Seriya: Ekonomika i menedzhment=Bulletin of SUSU. Series: Economics and Management*. 2016;(1):104-112. (In Russ.).
8. Mikhailovskaya II, Lysov DN, Grekhov AI, Dvornikova TV. Automated system of standardization in pipe production. *Stal'=Steel*. 2011;(2):101-104. (In Russ.).
9. Pyshmintsev IYu, Lysov DN, Kondratyev EN, Dvornikova TV. Genesis of industry regulation of metal consumption standardization in the pipe industry. *Stal'=Steel*. 2021;(1):62-67. (In Russ.).
10. Druyan VM, Gulyaev YuG, Chukmasov SA. *Teoriya i tekhnologiya trubnogo proizvodstva=Theory and technology of pipe production*. Dnepropetrovsk: RIA "Dnepr-VAL"; 2001. 544 p. (In Russ.).
11. Shaibakova LF, Nesterov DN. Innovative solutions of OJSC "Pipe Metallurgical Company". *Upravlenets=Manager*. 2013;(1):29-33. (In Russ.).
12. Vydrin AV, Korsakov AA, Akhmerov DA et al. Development of theory and improvement of technological operations in the production of seamless pipes on modern pipe rolling units. *Trudy XIV Kongressa prokatchikov=Proceedings of the XIV Congress of Rolling Machinery Manufacturers*. 2024;2:210-216. (In Russ.).
13. Chernykh IN, Struin DO, Shkuratov EA. Determination of the size of the end trim of pipes formed under the conditions of TPA with continuous mills of the PQF, FQM type. *Vestnik YUUrGU. Seriya: Metallurgiya=Bulletin of SUSU. Series: Metallurgy*. 2014;(4):71-75. (In Russ.).
14. Byrom TG. *Casing and Liners for Drilling and Completion*. Waltham: Gulf Professional Publishing; 2015. 420 p.

## Сведения об авторах

**Я. И. Космацкий** — доктор технических наук, директор ОП в г. Челябинске — заместитель генерального директора по научной работе.

**Д. Н. Лысов** — начальник отдела экономических исследований, соискатель ученой степени канд. экон. наук кафедры «Экономика и финансы».

**Е. Н. Кондратьев** — старший научный сотрудник сектора нормирования металла отдела экономических исследований, аспирант кафедры «Экономика и финансы».

**А. А. Тюрин** — начальник сектора нормирования металла отдела экономических исследований.

**С. В. Залесов** — начальник отдела нормирования металла и производственных мощностей трубопрокатного производства (г. Екатеринбург) управления нормирования металла и перспективных технологий дирекции по технологии.

### Information about the authors

**Ya. I. Kosmatskiy** — Doctor of Technical Sciences, Director of the Chelyabinsk Branch — Deputy General Director for Scientific Work.

**D. N. Lysov** — Head of the Economic Research Department, PhD Student at the Department of Economics and Finance.

**E. N. Kondratyev** — Senior Researcher at the Metal Rationing Sector of the Economic Research Department, Postgraduate Student at the Department of Economics and Finance.

**A. A. Tyurin** — Head of the Metal Rationing Sector of the Economic Research Department.

**S. V. Zalesov** — Head of the Metal and Production Capacity Rationing Department for Tube Rolling Production (Yekaterinburg) at the Metal Rationing and Advanced Technologies Directorate.

---

*Статья поступила в редакцию 28.03.2025; одобрена после рецензирования 28.05.2025; принята к публикации 15.06.2025.*

*The article was submitted 28.03.2025; approved after reviewing 28.05.2025; accepted for publication 15.06.2025.*

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов: профессиональная деятельность всех авторов связана с деятельностью контора консолидации предприятий ПАО «ТМК». Вместе с тем, авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, способного повлиять на выводы исследования.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Conflict of Interest: the professional activities of all authors are associated with the consolidation framework of PJSC TMK enterprises. However, the authors declare no conflict of interest that could influence the research conclusions.