

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЦБП, ЛПК И ЭНЕРГЕТИКЕ

*Материалы XI Международной
научно-технической конференции*

*(20—24 апреля 2016 года, г. Петрозаводск,
Республика Карелия, отель Park Inn by Radisson)*

Научное электронное издание

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ
2016

УДК 681.5
ББК 32.965
А224

Ответственный за выпуск:

Косицын Д. П., к. т. н., зам. директора Центра Систем Автоматизации
ПетрГУ, зам. директора ООО «Опти-Софт»

А224 Автоматизация и управление в ЦБП, ЛПК и энергетике : материалы XI Международной научно-технической конференции : научное электронное издание / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования Петрозавод. гос. ун-т ; [отв. за вып. Д. П. Косицын]. — Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2016. — 1 электрон. опт. диск (CD-R) ; 12 см. — Систем. требования: РС, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше ; Windows, MAC OSX ; 256 Мб ; видеосистема: разрешение экрана 800 × 600 и выше ; графический ускоритель (опционально) ; мышь или аналогичное устройство. — Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-8021-2993-7

В сборнике представлены материалы XI Международной научно-технической конференции «Автоматизация и управление в ЦБП, ЛПК и энергетике», характеризующие современное состояние автоматизации целлюлозно-бумажной отрасли и лесоперерабатывающего комплекса.

Издание представляет интерес для специалистов предприятий, связанных с автоматизацией целлюлозно-бумажного производства и лесоперерабатывающего комплекса.

УДК 681.5
ББК 32.965

ISBN 978-5-8021-2993-7

© Петрозаводский государственный университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Кузнецов В. А. | |
| История конференции «Новые информационные технологии в ЦБП и энергетике» | 7 |
| Ицкович Э. Л. | |
| Современные проблемы и методы эффективной автоматизации производства на российских предприятиях технологического и энергетического типа | 14 |
| Шабаетов А. И. | |
| Опыт применения систем оптимального планирования для повышения эффективности предприятий ЛПК | 19 |
| Кашевник А. М. | |
| Промышленный Интернет в киберфизических производственных системах (Industry 4.0) | 23 |
| Соколов А. П. | |
| Система планирования лесобеспечения Opti-Wood | 26 |
| Лобов Д. Б. | |
| Программы сертифицированного обучения Valmet DNA на базе Центра Систем Автоматизации ПетрГУ | 29 |
| Харичев С. Н. | |
| Valmet Paper Lab — автоматизированная лаборатория анализа бумаги и картона | 31 |
| Саливоник А. В. | |
| От дерева до дома: инструменты планирования и управления Opti-Sawmill | 33 |
| Сошкин Р. В. | |
| Управление гофропроизводством на основе системы Opti-Corrugated | 35 |
| Воронова А. М., Воронов Р. В. | |
| Составление графика движения передвижной рубительной установки между котельными пунктами | 39 |

Шабает А. И., Косицын Д. П., Шабалина И. М.

Использование технологии промышленного Интернета
в задачах планирования и управления производством
в лесной промышленности 42

Воронова А. М.

Практическая реализация оптимальной схемы
размещения волоков и погрузочных пунктов на лесосеке 48

Марков О. Б.

Применение методов нечеткой проективной геометрии
в задаче привязки трека объекта к плану помещения 52

Поляков В. В., Воронов Р. В.

О поиске несобственных решений задачи математического
программирования специального вида 55

Тоноян А. С.

Как повысить эффективность управления цепями поставок
за 3—4 цикла 60

CONTENT

| | | |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Kuznetsov V. A.</i> | The history of conference «New information technologies in pulp-and-paper industry and energy» | 7 |
| <i>Itskovich E. L.</i> | Modern problems and methods of efficient automation of production at Russian enterprises of technological and energy type | 14 |
| <i>Shabaev A. I.</i> | Experience with optimal planning systems to improve the efficiency of forestry enterprises | 19 |
| <i>Kashevnik A. M.</i> | Industrial Internet in the cyber-physical production systems (Industry 4.0) | 23 |
| <i>Sokolov A. P.</i> | Planning system of wood procurement Opti-Wood | 26 |
| <i>Lobov D. B.</i> | Certified Valmet DNA Training Programs based on Center for Automation Systems of PetrSU | 29 |
| <i>Kharichev S. N.</i> | Valmet Paper Lab — automated laboratory analysis of paper and cardboard | 31 |
| <i>Salivonik A. V.</i> | From tree to house: Opti-Sawmill planning and management tools | 33 |
| <i>Soshkin R. V.</i> | Management of corrugated box making plants with Opti-Corrugated | 35 |
| <i>Voronova A. M., Voronov R. V.</i> | Planning of mobile mill machine movement between boiler stations | 39 |

Shabaev A. I., Kositsyn D. P., Shabalina I. M.

Using Industrial Internet of Things technology for production
planning and control of forest industry 42

Voronova A. M.

Practical implementation of the optimal scheme of placing trails
and loading points on the cutting area 48

Markov O. B.

Application of fuzzy projective geometry of the object snap track
the problem to the plan room 52

Poliakov V. V., Voronov R. V.

About search of not own decisions of the problem of mathematical
programming of the special kind 55

Tonojan A. S.

How to improve the efficiency of supply chain
management in 3—4 cycles 60

УДК 681.5

© **В. А. Кузнецов**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: kuznetsov@mail.ru

V. A. Kuznetsov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

ИСТОРИЯ КОНФЕРЕНЦИИ «НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦБП И ЭНЕРГЕТИКЕ»

THE HISTORY OF CONFERENCE «NEW INFORMATION TECHNOLOGIES IN PALP-AND-PAPER INDUSTRY AND ENERGY»

В статье представлена история возникновения, организационный комитет и история проведения международных научно-технических конференций «Новые информационные технологии в ЦБП и энергетике», организуемых Петрозаводским государственным университетом.

The paper deals with the history from the beginning, organization committee and development steps of international scientific and technical conference «New information technologies in pulp-and-paper industry and energy» which hold in Petrozavodsk State University.

Ключевые слова: конференция «Новые информационные технологии в ЦБП и энергетике».

Keywords: conference «New information technologies in pulp-and-paper industry and energy».

История международных конференций «Новые информационные технологии в ЦБП» (НИТ в ЦБП), организуемых ПетрГУ, началась 24 года назад, в феврале 1992 года. Именно тогда финская компания «Валмет Автоматизация» блестяще провела в г. Новодвинске Архангельской области семинар по автоматизации технологических процессов и производств, собравший представителей всех крупнейших ЦБК России. Организаторами семинара стали

Т. Лааксонен и О. Пууска, базу для семинара обеспечивал один из флагманов российской целлюлозно-бумажной промышленности ОАО «Архангельский ЦБК» (АЦБК). АЦБК уже 10 лет являлся базовой площадкой ПетрГУ для разработки автоматизированных систем планирования и управления производством на основе решения оптимизационных задач, в связи с чем авторы не только попали в число участников этого семинара, но и среди немногих российских докладчиков получили возможность сообщить о своих научно-производственных разработках.

Именно тогда созрела идея провести аналогичную конференцию в Петрозаводске. Место проведения конференции было достаточно обосновано, т. к. на территории Карелии размещены крупнейшие российские ЦБК — ОАО «Кондопога» и ОАО «Сегежский ЦБК», а также ОАО «Питкярантский ЦЗ». Другим важным обстоятельством было то, что ученые кафедры прикладной математики и кибернетики ПетрГУ под руководством профессора В. И. Чернецкого были лидерами в России в области разработки и реализации АСУ на основе использования экономико-математических методов планирования и управления производством.

Идея проведения конференции была одобрена руководством компании «Валмет Автоматизация», и благодаря поддержке Т. Лааксонена, А. Каунонена и Й. Юленена первая конференция НИТ в ЦБП в сентябре 1994 года собрала в санаторно-гостиничном комплексе «Белые ключи» г. Петрозаводска представителей 13 крупнейших целлюлозно-бумажных предприятий и 14 специализированных отраслевых организаций и университетов России и Финляндии.

Организаторами конференции кроме ПетрГУ стали Правительство Республики Карелия, ОАО «Кондопога», ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Сегежский ЦБК», компания «Валмет Автоматизация», сопредседателями — ректор ПетрГУ профессор В. Н. Васильев и директор «Валмет Автоматизация» Т. Лааксонен. На этой конференции сотрудники компаний, предприятий и университета получили возможность перед широкой аудиторией специалистов обсудить имеющиеся проблемы, рассказать о своем опыте и достижениях, связанных с применением новых методов в управлении предприятиями отрасли.

С первых лет организации конференции ее неизменными участниками стали крупнейшие российские предприятия отрасли, такие

как: Набережночелнинский картонно-бумажный комбинат, ОАО «Усть-Илимский ЛПК», ОАО «Байкальский ЦБК», ОАО «Волга», ОАО «Выборгская целлюлоза», ОАО «Кондровская бумажная компания», ОАО «Котласский ЦБК», ОАО «Нойзидлер Сыктывкар», ОАО «Светогорск», ОАО «Советский ЦБК», ОАО «Сясьский ЦБК», ОАО «Троицкая бумажная фабрика», ОАО «ЦБК Кама», ОАО «Рубежанский картонно-тарный комбинат», ООО «Пермский картон», холдинг «Пермский ЦБК» и многие другие. В конференции участвовали, выступали с докладами и презентациями компании ООО «ТАИС», ООО НПФ «Ракурс», АОЗТ «Форус», ЗАО «Кварц — Западная Сибирь», ЗАО «Фирма ИТ. Информационные технологии», ЗАО «Экокомплекс инвест», ЗАО «Континенталь Менеджмент», НП ООО «Аквар-систем», ОАО «ВНИИБ ЦБП», ОАО ХК «Петрозаводскмаш», ООО «Неосистемы Северо-Запад Лтд», ООО «СТАР Софтвэр» и др.

Участники конференции особо отметили практическую ценность подобного обмена информацией и целесообразность проведения встреч ученых и специалистов в области автоматизации на регулярной основе в каком-либо из городов Северо-Запада России. С тех пор каждые 2 года конференция проводится в г. Петрозаводске, а ПетрГУ становится местом встреч и обмена опытом специалистов по автоматизации производственных процессов, метрологии, планированию и управлению предприятиями ЦБП в России.

На конференции 1996 года существенно расширился список участников, появились новые формы обсуждения, такие как: круглый стол по проблемам автоматизации управления производством, демонстрации программного обеспечения и технологического оборудования. Одним из важнейших итогов конференции для Петрозаводского государственного университета стало укрепление сотрудничества с фирмой «Валмет Автоматизация», предоставившей ПетрГУ для учебных и научно-исследовательских целей демонстрационный комплекс оборудования «ДАМАТИК-ХД». Системы этой компании способны управлять тепловым котлом и атомным реактором, бумагодельной машиной и сложной химической промышленной установкой и считаются одними из самых надежных в мире. Сотрудники ПетрГУ довольно быстро не только освоили работу с программами этой системы, но и организовали обучение специалистов России и стран СНГ работе с этой системой.

Однако, судя по отзывам, самое неизгладимое впечатление на участников конференции произвели сказочный остров Кижы в Онежском озере и выступление студенческого фольклорного ансамбля «Тойве». Оценивая конференцию, заместитель генерального директора ОАО «Архангельский ЦБК» А. М. Соколов совершенно искренне отметил, что обаятельные поющие студенты и есть главная ценность и достижение университета. Обширная культурная программа с неизменными Карельскими Олимпийскими играми украсила дни конференции.

Третья конференция открылась в сентябре 1998 года в условиях еще более сложной экономической ситуации в России, что создало массу проблем как для организаторов, так и для ее участников. Тем не менее в программе участвовали представители 11 комбинатов и предприятий, 12 компаний-разработчиков. Это не удивительно, поскольку в условиях отсутствия централизованного управления в отрасли Петрозаводская конференция осталась практически единственным местом, где специалисты по автоматизации управления предприятиями ЦБП могли обсудить свои проблемы и обменяться опытом.

Тематика конференции расширилась, ее название сменилось на «Новые информационные технологии в целлюлозно-бумажной промышленности и энергетике», а к списку организаторов добавилось ОАО «Карелэнерго». Спектр вопросов, обсуждаемых на конференции, был необыкновенно широк, рассматривались вопросы от совершенствования арматуры, новых конструкций клапанов и принципов работы интеллектуальных датчиков до организации документооборота, методов планирования и управления предприятиями, производствами и технологическими процессами. Потребовалась специализация круглых столов на АСУТП и АСУ, которые способствовали тому, чтобы опыт, научно-практический потенциал участников конференции был объединен для поиска лучших решений этих проблем. В дискуссиях затрагивались самые актуальные вопросы повышения эффективности, качества и конкурентоспособности продукции, совершенствования условий труда и экологической безопасности производств. Это было особенно важно в условиях, когда большинство предприятий отрасли самостоятельно решали проблемы создания

интегрированных систем управления, автоматизированных рабочих мест, систем управления технологическими процессами, стратегических проблем выбора технических и программных средств, современных информационных технологий, надежных разработчиков и поставщиков систем и оборудования.

В условиях, когда снижалась активность отраслевых исследовательских и научно-практических организаций, высшие учебные заведения активизировались в решении научных, практических и технологических задач создания новых информационных технологий для ЦБП. В 1998 году кроме ПетрГУ своими достижениями поделились Санкт-Петербургский университет растительных полимеров и Технологический институт г. Тампере (Финляндия). Участники конференции выслушали интересные доклады и демонстрации московских и Санкт-Петербургских компаний-разработчиков.

В 2000 году IV конференция проходила в год 60-летия ПетрГУ. В ней приняли участие рекордное количество участников — представители более 30 ЦБК, предприятий и организаций.

Участники конференции, руководители и специалисты крупнейших предприятий целлюлозно-бумажной промышленности России заслушали доклады компании «Метсо Автоматизация», авторитетнейших разработчиков систем автоматизации «Весть-МетаТехнология», «Галактика», «Артур Андерсен» и других компаний. ПетрГУ была подготовлена серия докладов рубрики «Мифология автоматизации», посвященная информационному обеспечению, моделированию и оптимизации производственных систем. О своих достижениях рассказали Санкт-Петербургский университет растительных полимеров и Технологический институт г. Тампере.

В 2002 году на V конференции компания «Метсо Автоматизация» продемонстрировала самые современные модели КИП, сканеров бумажного полотна, а главное, metsoDNi — современную версию автоматизированной системы. К 2002 году окончательно сложились формат, традиции и состав участников конференции. Эту и последующие конференции по-прежнему организуют Правительство Республики Карелии, ПетрГУ, компания «Метсо Автоматизация», ОАО «Кондопога», ОАО «Сегежский ЦБК», ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Петрозаводскмаш», ООО «Ракурс». На конференции

рассматриваются вопросы применения современных методов планирования и управления предприятиями, производствами и технологическими процессами, которые приобретают особое значение с позиций эффективности, качества и конкурентоспособности продукции, условий труда и экологической безопасности.

В 2004 году участникам VI конференции представлено 9 пленарных, 14 секционных и 43 стендовых доклада, в которых обсуждался широкий круг проблем, связанных с применением информационных технологий, автоматизацией управления технологическими процессами, производствами и предприятиями отрасли. Рассмотрены вопросы обоснования, разработки и внедрения АСУ ТП, интегрированных систем управления предприятиями, автоматизированных информационных систем, создания компьютерных сетей и автоматизированных рабочих мест, использования различных подходов, моделей и методов в планировании и управлении производством.

Оргкомитетом конференции впервые были отмечены лучшие доклады по АСУТП и АСУП. В первой номинации лучшим признан доклад А. Каунонена «Тенденции в автоматизации ЦБП» («Метсо Автоматизация»), во второй — А. Николаенко «Система управления предприятием CBOSS в экономике предприятия перерабатывающей индустрии» (Ассоциация CBOSS). Помимо докладов участники конференции проявили большой интерес к проведенным презентациям современных программно-аппаратных и технологических разработок предприятий и организаций, подготовленных в демонстрационном зале. Участие ведущих специалистов отрасли в работе двух круглых столов по проблемам автоматизированных систем управления технологическими процессами и интегрированных систем управления предприятиями позволило участникам конференции провести серьезное и деловое обсуждение современного состояния, актуальных задач и перспектив создания систем автоматизации, применения информационных технологий, компьютерной техники и телекоммуникаций, экономико-математических методов в планировании и управлении производством.

В 2006 году сменилось место организации VII конференции, которым стал загородный туристско-гостиничный комплекс ОАО «Деревня Александровка».

Добрые традиции были продолжены на VIII—X конференциях в 2008—2010 годах. Уверены, что XI юбилейная конференция придаст новый импульс развитию сотрудничества специалистов в области автоматизации предприятий отрасли, компаний — разработчиков систем автоматизации и университетов.

Вспоминая историю конференции НИТ в ЦБП, нельзя не отметить тех, благодаря кому этот представительный форум успешно проходил в течение почти двух десятилетий. Мы хотим отметить выдающийся вклад в организацию конференции АО «Метсо Автоматизация», ОАО «Кондопога», ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Сегежский ЦБК», ОАО «Петрозаводскмаш», ОАО «Карелэнерго», НПФ «Ракурс», руководителей вышеперечисленных компаний — Т. Лааксонена, А. Каунонена, Й. Юленена, В. А. Федермессера, В. М. Бибилова, Е. А. Гусева, А. Ф. Булатова, В. И. Белоглазова, Л. Н. Стрежнева, В. И. Ермакова, Л. Л. Белугу, Е. М. Пакерманова, В. Н. Семенова, Л. М. Чернигова. Большой вклад в организацию и проведение конференции внесли О. Пууска, К. Аалтонен, Т. Пуули, Э. Марккула, А. С. Зайков, П. В. Кушмылев, В. С. Певнев, Д. В. Куликов, В. В. Меньшиков, А. Д. Зоннэ, Н. А. Литвинов, Б. С. Слюсаренко, В. Ф. Саурин, В. А. Доронин, Д. Б. Трошин, А. М. Соколов, С. В. Филиппов, Е. В. Краснов, Ю. М. Шах, А. В. Домрачев, А. Г. Лейсле, Ю. А. Яшин и многие другие.

© Э. Л. Ицкович

ФГБУН «Институт проблем
управления им. В. А. Трапезникова»
Российской академии наук
Москва
E-mail: itskov@ipu.ru

E. L. Itskovich

V. A. Trapeznikov Institute
of Control Sciences
of Russian Academy Science
Moscow

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ
ЭФФЕКТИВНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТИПА**

**MODERN PROBLEMS AND METHODS OF EFFICIENT
AUTOMATION OF PRODUCTION AT RUSSIAN
ENTERPRISES OF TECHNOLOGICAL AND ENERGY TYPE**

В статье представлен анализ систем автоматизации производства на предприятиях разных технологических отраслей. Выявлены проблемы российских предприятий, которые мешают эффективному использованию внедряемых автоматизированных систем.

The article provides an analysis of the production of automation systems at the enterprises of various branches of technology. The problems of Russian enterprises, which hinder the effective use of automated systems implemented.

Ключевые слова: система автоматизации, предприятие.

Keywords: automation system, company.

В статье приводятся и обобщаются проведенные в последние годы анализы систем автоматизации (СА) производства на более чем 20 предприятиях разных технологических отраслей: химия, нефтехимия, нефтепереработка, энергетика, металлургия, минеральные удобрения и др. Выявляются повсеместно существующие проблемы на российских предприятиях, без преодоления которых невозможно получить принципиально достижимую по эффективности отдачу от современных систем автоматизации производства разных уровней и назначений.

Приведем необходимые принципы руководства автоматизацией.

1. На предприятии должно быть единое руководство. Оно организует, управляет и отвечает за планирование, проектирование, внедрение, эксплуатацию, модернизацию средств и систем автоматизации всех агрегатов, производственных участков и служб производства.
2. Дирекция предприятия должна быть заинтересована в эффективной работе СА, понимая под эффективностью твердую компоненту (обоснованно пересчитывается в дополнительную прибыль), мягкую компоненту (нет исходных данных для пересчета), технически не осязаемую компоненту (социология, экология).

Приведем существующие на предприятиях составляющие руководства автоматизацией.

Руководством по автоматизации бизнес-процессов занимается информационная служба; руководством по автоматизации производства — служба КИПиА; автоматизацией обслуживания и ремонтом оборудования — служба главного механика; автоматизацией электро- и теплоэнергетических объектов — служба главного энергетика. Дирекция предприятий на «процессинге» не заинтересована в эффективности автоматизации. Эффективностью СА считается прогнозируемая «дополнительная прибыль», рассчитываемая по необоснованным исходным данным.

Для получения эффекта от внедрения СА необходимо разработать обоснованную стратегию развития (концепцию) автоматизации производства, которая включает следующие этапы:

1. Обследование существующих СА, анализ и выявление узких мест и потенциальных резервов, которые могут быть расшиты современными системами автоматизации;
2. Формирование мероприятий по рациональному повышению уровня автоматизации производства;
3. Конкретизация технической реализации намечаемых СА и оценка финансовых затрат;
4. Ранжирование намечаемых СА по их прогнозируемой эффективности (важности) и обоснование необходимой последовательности их внедрения.

На большинстве предприятий общая концепция автоматизации отсутствует.

Технические требования на СА должны быть сформированы со следующими свойствами: полные по охвату СА контроля, учета, управления производственным объектом, конкретные по характеристикам программных и технических компонентов СА, учитывающие современность и перспективность автоматизируемых СА функций; подразделяемые на обязательные и рекомендуемые свойства СА.

Технические требования на СА обычно обладают следующими свойствами: не полны, недостаточно конкретны, содержат лишнюю информацию, содержат ряд принципиально непроверяемых пунктов, фиктивные требования поддержки многих устаревших стандартов, не соответствуют обязательным нормативам и стандартам.

Несоответствие по проведению тендера состоит в том, что надо провести объективный тендер по выбору СА, который обладает следующими составляющими: заказчик определяет критерии оценок заявок и важность каждого критерия, эксперты ставят оценки заявкам по отдельным заданным заказчиком критериям, компьютер по этим оценкам решает многокритериальную задачу и выдает победителя тендера. Необходим контроль за выполнением и качеством технорабочего проекта достаточно квалифицированными специалистами.

Однако в реальности применяемые формы проведения тендера принципиально не настроены на объективное определение лучшего предложения, что полностью устраивает заказчика. Отсутствует контроль за выполнением и качеством технорабочего проекта.

При проведении внедрения и опытной эксплуатации СА надо подготовить персонал предприятия к работе с СА, включающей участие персонала в тестировании и внедрении системы, подробное обучение персонала с проверкой знаний по эффективной эксплуатации СА, анализ и корректировку нормативов работы персонала с СА. Срок опытной эксплуатации определяется полным освоением СА работающим с ней персоналом. До сдачи СА в промышленную эксплуатацию необходима экспериментальная оценка реально полученной эффективности работы СА. Целесообразно обоснование числа необходимых операторов по взаимодействию с СА.

На практике при проведении внедрения и опытной эксплуатации СА отсутствует необходимое сотрудничество разработчиков СА

с персоналом предприятия, что приводит к следующим негативным последствиям: пользователи не успевают полностью освоить работу с системой на этапе опытной эксплуатации; перевод СА в промышленную эксплуатацию носит формальный характер, а замечания персонала к ее работе появляются уже после ее приемки в промышленную эксплуатацию; оперативная доводка СА переходит на время промышленной эксплуатации. Во время опытной эксплуатации не проверяется реально достигнутая эффективность функционирования внедренной СА.

По показателю организационной поддержки персонала надо разработать правила взаимодействия персонала с переданной ему СА с учетом следующих ограничений: пересмотр критериев работы персонала, использующего и обслуживающего СА; конкретизация нормативов и должностных инструкций персонала; материальная мотивация персонала к рациональному использованию СА; требование особого внимания к экономному расходованию энергоресурсов производственными объектами.

На практике нормативы и должностные инструкции персонала не содержат конкретных требований по его взаимодействию с используемой СА. Материальная мотивация персонала не зависит от качества использования им СА. Критерии управления объектом, заложенные в СА, противоречат критериям, которыми руководствуются операторы этого объекта. Кроме того, на предприятии отсутствует энергетический менеджер, который должен управлять работой персонала по экономии энергоресурсов.

В процессе эксплуатации СА надо анализировать текущее качество работы СА и своевременно компенсировать все отклонения, уменьшающие полученную на этапе внедрения эффективность управления объектом. Необходимо проводить следующие работы: периодический независимый аудит работы СА и ее использования персоналом, выявление деградации качества управления объектом и ее компенсация, своевременная модификация программных модулей и технических компонентов СА при любых изменениях и модернизациях объекта автоматизации. Реализуемое разработчиком по отдельному договору сопровождение эксплуатируемой СА должно не ограничиваться заменой неисправных компонентов СА.

В процессе эксплуатации СА часто возникает ситуация, когда аудит качества управления и его сопоставление с качеством, зафиксированным на этапе внедрения, не проводятся. Сопровождение СА разработчиком ограничивается заменой неисправных компонентов. Постепенная деградация СА не фиксируется и не компенсируется, а проявляется она тем быстрее, чем совершеннее внедренная система. При управлении агрегатом отсутствует непрерывное наблюдение за качеством регулирования, за временем и причинами отключения регуляторов, за текущими удельными расходами энергоресурсов.

Кафедры автоматики могут возглавить работы по современной автоматизации производства. Для этого необходимо модернизировать учебные курсы по автоматизации производства, начать выполнение консалтинговых работ по автоматизации конкретных предприятий, проводить независимую, объективную, квалифицированную экспертизу всех работ по автоматизации на конкретных предприятиях, возобновить работу курсов повышения квалификации для сотрудников служб КИПиА предприятий и персонала отделов автоматизации проектных институтов.

Только постепенное искоренение причин рассмотренных негативных особенностей автоматизации на российских предприятиях позволит получать от внедряемых современных систем автоматизации ту отдачу, которую они потенциально способны дать при их рациональном построении и внедрении, необходимой организационной поддержке и квалифицированной эксплуатации.

© **А. И. Шабает**

Центр Систем Автоматизации ПетрГУ,
ООО «Опти-Софт»
Петрозаводск
E-mail: ashabaev@petsu.ru

A. I. Shabaev

PetrSU, Opti-Soft
Petrozavodsk

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛПК

EXPERIENCE WITH OPTIMAL PLANNING SYSTEMS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF FORESTRY ENTERPRISES

В статье приведен опыт применения систем оптимального планирования для повышения эффективности предприятий лесопромышленного комплекса на примере компании «Опти-Софт».

The paper presents experience with optimal planning systems to improve the efficiency of forestry enterprises on an example of the company's Opti-Soft.

Ключевые слова: система автоматизации, предприятие.

Keywords: automation system, enterprise.

Центр Систем Автоматизации (ЦСА) создан в 2002 году. Сейчас представляет собой группу из 6 компаний, более 70 сотрудников. ЦСА занимается тремя бизнес-линиями развития:

1. Бизнес-линия «Услуги» (разработка ПО под заказ);
2. Бизнес-линия «АСУТП» (внедрение и обучение Valmet / Metso DNA);
3. Бизнес-линия «Продукты» (внедрение систем оптимального планирования).

Разработка ПО для Valmet ведется с 2003 года. В настоящее время в данном направлении работают более 30 сотрудников. По всему миру внедряются многочисленные полномасштабные приложения и значительные доработки платформы Valmet / Metso DNA, включающие рапортирование, анализ, мониторинг, конфигурацию, диагностику, шаблоны, интеграцию и пр.

Разработка ПО для Metso ведется с 2013 года, в настоящее время в данном направлении работают 5 сотрудников. Осуществляется разработка для Metso Business IT Services спектра приложений, «используемых практически ежедневно топ-менеджерами Metso и бизнес-линий».

Всего насчитывается 38 внедрений АСУТП Metso / Valmet DNA, в том числе у следующих заказчиков: ОАО «Сургутнефтегаз» (КС, ГТЭС), ОАО «Архангельский ЦБК», ОАО «Сибур», ОАО «Сегежский ЦБК», ОАО «Кондопога», ООО «Белозерный ГПК», ОАО «Череповецкая ГРЭС».

За время существования учебного центра по обучению АСУТП предприятий АСУТП Metso / Valmet DNA прошли обучение более 850 специалистов из более 65 предприятий.

ЛПК России занимает 1-е место в мире по площади лесов, 2-е место — по запасам древесины, 14-е — по производству продукции. ЛПК Финляндии занимает 0,5 % мировых лесных ресурсов, 5-е место по производству бумаги и картона, 7-е — по лесопильной продукции.

Внедрение программной системы «Opti-Wood» для повышения эффективности планирования предприятий по лесозаготовке сопровождается следующими основными эффектами:

- ◆ Снижение суммарных издержек в цепях поставок (на 5—7 %), объемов складских запасов в цепи (до 20 %), числа транспортных средств (на 2—6 %).
- ◆ Повышение доходности (на 3—6 %) за счет выявления дополнительных возможностей по реализации продукции, в т. ч. с большей «маржинальностью».
- ◆ Повышение эффективности загрузки бизнес-единиц в цепях поставок за счет взаимной интеграции.
- ◆ Сокращение времени на принятие управленческих решений (на 25—50 %) за счет повышения прозрачности движения материальных запасов и оперативности получения информации.
- ◆ Повышение эффективности использования финансовых ресурсов предприятий в операционной деятельности, а также при разработке инвестиционных стратегий (на 10—15 %).

Программная система «Opti-Sawmill» предназначена для повышения эффективности планирования и управления предприятиями

лесопиления и деревообработки. Экономический эффект от внедрения состоит в:

- ♦ повышении выхода полезной продукции на 1—2 %;
- ♦ сокращении затрат на сырье на 1—3 %;
- ♦ увеличении прибыльности на 0,7—1,5 %.

Целью внедрения программной системы «Opti-Plywood» для предприятий по производству фанеры является повышение прибыли предприятия за счет:

- ♦ приоритетного производства более выгодной продукции (высшие сорта);
- ♦ снижения объемов незавершенного производства;
- ♦ сокращения сроков выполнения заказов.

Экономический эффект от внедрения включает увеличение прибыли от выпуска продукции на 1,5—2 % в месяц, сокращение времени на принятие управленческих решений в 2—3 раза.

Программная система «Opti-Corrugated» для предприятий по выпуску продукции из гофрированного картона насчитывает более 30 внедрений в России и странах СНГ, в т. ч. на крупнейших предприятиях. Экономический эффект от внедрения состоит в снижении потерь сырья на 10—15 %, сокращении простоев оборудования на 5—8 %, что в денежном выражении составляет 5—8 млн рублей в год.

Задачами внедрения системы «Opti-MES» для предприятий ЦБК являются:

- ♦ устранение недостатков в существующей системе автоматизации;
- ♦ расширение набора функций;
- ♦ перевод на новую аппаратную платформу хранения и обработки данных;
- ♦ использование современных средств и методов разработки.

Модуль «Opti-Storage» осуществляет оптимизацию складской логистики ЦБК. Практически все операции в складском комплексе предприятия ЦБК могут производиться с применением данного модуля. При этом время загрузки транспорта может быть сокращено на 30 %, непроизводительные операции могут быть снижены в 2 раза, число занятых ячеек может быть сокращено на 10—12 %, число потерянных рулонов сокращено до 0, число рулонов, отбракованных из-за длительного хранения, — до 0. Снизится время проведения

инвентаризации склада в 5 раз. Кроме того, может быть достигнута полная интеграция с ERP, MES и другими ИТ-системами ЦБК.

Программная система «Opti-Loading» предназначена для оптимизации погрузки продукции ЦБК в транспортные средства. При этом есть возможность использовать «облачный» сервис в условиях комбината. Сервис рассчитывает от 10 до 30 нестандартных схем загрузки в месяц. Осуществляется загрузка ТС с разных складов, формирование паллет пачками бумаги. Благодаря использованию сервиса эффективность загрузки ТС может быть повышена на 5 %, сокращены расходы на транспортировку.

Компанией «Опти-Софт» получены 11 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, 6 дипломов и 4 медали всероссийских и региональных конкурсов.

Приведем основные выводы:

- ◆ Важная особенность систем и их преимущество относительно других — это работа с будущими событиями предприятия.
- ◆ Системы обеспечивают сквозное планирование и управление производственными процессами предприятия и/или группы предприятий.
- ◆ Системы характеризуются высокой степенью адекватности математических моделей, высокой скоростью выполнения расчетов и гибкостью адаптации под предприятие заказчика.
- ◆ Компанией «Опти-Софт» успешно реализуется сотрудничество с ведущими российскими и международными компаниями.

Приглашаем к сотрудничеству по внедрению разработанных программных систем и созданию новых.

© *А. М. Кашевник*

ФГБУН «Санкт-Петербургский
институт информатики
и автоматизации РАН»
Санкт-Петербург
E-mail: alexey@iias.spb.su

A. M. Kashevnik

St. Petersburg Institute
Informatics and Automation of
the Russian Academy of Sciences
St. Petersburg

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ (INDUSTRY 4.0)

INDUSTRIAL INTERNET IN THE CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEMS (INDUSTRY 4.0)

Выявлены предпосылки развития промышленного Интернета. Приведены особенности и технологии промышленного Интернета.

The paper identifies prerequisites for the development of the Industrial Internet of Things. The features of the Internet and industrial technologies are described.

Ключевые слова: промышленный Интернет, индустрия 4.0, семантический веб, онтология.

Keywords: Industrial Internet of Things, Industry 4.0, semantic web, ontology.

В настоящее время наблюдается тенденция к увеличению количества устройств со встроенными процессорами и возможностью хранения данных. Распространяются технологии взаимодействия устройств, которые позволяют достичь максимальной пользы: Internet of Things (IoT), семантический веб и другие. Существуют ограничения когнитивных способностей человека, которые развиваются медленнее, чем компьютер, т. е. не всегда человек может держать в голове всю информацию, необходимую для принятия решения. Все это является предпосылками развития промышленного Интернета.

Промышленный Интернет предполагает наличие нескольких составляющих, а именно, интеллектуального оборудования, которое характеризуется мониторингом и передачей данных от сенсоров в мониторинговые центры. Такое оборудование должно осуществлять

превентивное техническое обслуживание и преодоление незапланированного простоя оборудования.

Также промышленный Интернет предполагает самоорганизацию умных устройств, которые осуществляют обмен информацией друг с другом и взаимодействуют для совместного решения задач, а при невозможности посылают запросы операторам.

Обязательно производить оптимизацию операций. Мониторинговые центры осуществляют сегментацию и фильтрацию поступающей информации для исторического анализа, анализа в реальном времени и прогнозирования.

Кроме того, обязательна поддержка технических специалистов, которым промышленный Интернет предоставляет рекомендации, информационную поддержку и необходимые ресурсы в реальном времени, что увеличивает продуктивность труда и более эффективно применение рабочих практик.

Определим киберфизические и социокиберфизические системы.

Киберфизические системы — это физические системы, в которых осуществляется интеграция, мониторинг и контроль операций вычислительным ядром. Вычислительные возможности интегрируются в каждое физическое устройство. Вычислительное ядро — это встроенная система, отвечающая на запросы в реальном времени и часто имеющая распределенную архитектуру.

Киберфизические, или умные, системы представляют собой взаимодействующие сети физических и вычислительных компонент. Такие системы предоставляют основу и инфраструктуру для развития и будущего умных сервисов (smart service) и улучшают качество жизни в различных областях.

Социокиберфизические системы состоят не только из физического и информационного мира (киберфизические системы), в них также входят знания людей, умственные возможности и социокультурные элементы.

Приведем основные технологии промышленного Интернета.

Технология «Данные, Информация, Знания» предполагает получение знаний на основе обработки данных.

Технология семантического веба и онтологии позволяет дать возможность обрабатывать и понимать информацию в Интернете вычислительными устройствами.

К моделям семантического веба относят: XML (eXtensible Markup Language), определяющая синтаксис и структуру информации в сети Интернет; RDF (Resource Description Framework) — средство описания ресурсов семантического веба; OWL (Ontology Web Language) — язык описания онтологий, базирующийся на RDF.

Онтологией называют подробную спецификацию модели предметной области, которая включает в себя словарь, т. е. список логических констант и предикатных символов для описания предметной области и набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения и определяющих интерпретацию словаря.

Технология «Управление контекстом» работает на основе контекста. Контекстом называется любая информация, которая может быть использована, чтобы характеризовать ситуацию, в которой находится некоторая сущность. Сущностью может быть человек, место или объект, которые рассматриваются как релевантные взаимодействию между пользователем и приложением, включая и пользователя, и приложение. Контекст — это модель, основанная на онтологии, которая описывает текущую ситуацию в терминах данных, информации и знаний.

Технология «Интеллектуальные пространства» представляет собой сервис-ориентированную инфраструктуру для возможности обеспечения общего доступа к информации различными устройствами. Она обладает следующими свойствами:

- ◆ Устройства должны быть интегрированы в пространство или динамически соединяться и покидать его.
- ◆ Устройства должны осуществлять персонифицированную поддержку пользователя.
- ◆ Устройства должны учитывать текущую ситуацию в интеллектуальном пространстве.
- ◆ Устройства должны реагировать на поведение других устройств и пользователя.
- ◆ Устройства должны обеспечивать проактивное поведение, т. е. предлагать пользователю полезные в данный момент сервисы без явного запроса от него.

В качестве примера приложений может быть робот Lego Mindstorms, который обладает некоторым разумом и взаимодействует с другими роботами или предметами в интеллектуальном пространстве.

© **А. П. Соколов**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: a_sokolov@psu.karelia.ru

A. P. Sokolov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕСООБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИ-WOOD

PLANNING SYSTEM OF WOOD PROCUREMENT ОПТИ-WOOD

В статье приведены особенности российского лесообеспечения, указаны задачи и функции планирования лесообеспечения.

The article presents the peculiarities of the Russian wood procurement, wood procurement planning tasks listed and their functions.

Ключевые слова: лесообеспечение, транспортировка древесины.

Keywords: wood procurement, wood transport.

Необходимость комплексного использования лесных ресурсов, а также рост объемов применения сортиментной технологии заметно усложняют задачу эффективной организации лесозаготовительного производства ввиду существенного увеличения числа выполняемых производственных процессов, разнообразия применяемых техники и технологий, а также номенклатуры производимой продукции.

Логистика сортиментов и древесного топлива является сложной задачей, которая не может быть решена в рамках старых подходов.

В России до настоящего времени практические исследования, а также разработка прикладных инструментов в основном были сосредоточены на решении отдельных, часто достаточно узких задач.

Подходы и инструменты, разработанные в странах, имеющих долгий опыт применения сортиментного метода и лесной биоэнергетики, таких как Финляндия и Швеция, не всегда применимы в российских условиях. Особенности российских лесозаготовительных предприятий являются одновременное использование разных технологий

и систем машин; преобладающие малоужоженные смешанные леса; сезонная доступность лесных участков и неравномерное распределение лесозаготовительных операций в течение года; специфические требования к нагрузке на ось автопоездов; собственные стандарты на круглую древесину; специфическая организационная структура российских лесозаготовительных компаний и др.

Приведем ключевые особенности задач по планированию лесообеспечения:

1. Обширная территория, изменяющаяся пространственная структура производства.
2. Широкая номенклатура производимой основной и побочной продукции.
3. Распределение объемов различных видов производимой продукции зависит от характеристик лесосырьевой базы и не может быть произвольно изменено.
4. Число возможных вариантов организации движения основного материального потока ЛС ЛЗП очень велико.
5. Важное значение имеют функции управления лесосырьевой базой.
6. В производственной практике ЛЗП широко используется ресурсный и операционный аутсорсинг.

Выявлены основные задачи по планированию лесообеспечения: планирование транспортировки деловой древесины, планирование заготовки и транспортировки топливной древесины, планирование заготовки деловой древесины, планирование развития лесной дорожной сети.

Рассмотрим подробнее функции задачи синтеза плана лесосечных работ на период до 1 года. К ним относятся:

- ♦ определение состава делянок, назначаемых в рубку;
- ♦ распределение назначенных в рубку делянок между имеющимися комплексами лесозаготовительных машин;
- ♦ задание рационального порядка освоения делянок;
- ♦ определение номенклатуры производимой продукции;
- ♦ обоснование потребных мощностей на заготовке древесины;
- ♦ планирование дорожного строительства;
- ♦ определение затрат на лесосечные работы и дорожное строительство.

Приведем функции задачи определения потребных мощностей на транспортировке древесины на период до 1 года:

- ◆ определение потребного числа задействованных автомобилей на перевозке древесины для каждого месяца или недели;
- ◆ определение приблизительного объема перевозок для каждого автомобиля в каждом месяце или неделе;
- ◆ определение объема использования промежуточных сезонных складов внутри каждого месяца или недели;
- ◆ предварительная оценка затрат на выполнение перевозок.

Задача синтеза оперативных транспортных планов включает в себя следующие составляющие: определение оптимальных маршрутов движения автомобилей на транспортировке древесины; составление эффективных сменных транспортных планов для каждого автомобиля с указанием для каждого рейса мест погрузки и разгрузки, характеристик перевозимой продукции, времени прибытия в пункты и убытия из них и т. д.; точное определение объема перевозок для каждого автомобиля; определение затрат на выполнение перевозок.

Поддержка решения описанных выше задач средствами программного комплекса Opti-Wood позволяет достичь снижения суммарных издержек в цепях поставок (на 5...7 %), объемов складских запасов в цепи (на 10...20 %), количества требуемых транспортных средств (на 2...6 %) за счет комплексного учета факторов, существенно влияющих на планирование и оперативное управление.

Достигается повышение доходности (на 3...6 %) за счет выявления дополнительных возможностей по реализации продукции лесозаготовок, в т. ч. с большей маржинальностью. Растет загрузка бизнес-единиц в цепях поставок за счет взаимной интеграции.

Сокращается время на принятие управленческих решений (на 25...50 %) за счет повышения прозрачности движения материальных запасов и оперативности получения информации. Кроме того, повышаются достоверность и оперативность получаемой информации.

© *Д. Б. Лобов*

Центр Систем Автоматизации ПетрГУ
Петрозаводск
E-mail: dmitry.lobov@valmetpartners.com

D. B. Lobov

Automation Systems Centre
Petrozavodsk

ПРОГРАММЫ СЕРТИФИЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ VALMET DNA НА БАЗЕ ЦЕНТРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕТРГУ

CERTIFIED VALMET DNA TRAINING PROGRAMS BASED ON CENTER FOR AUTOMATION SYSTEMS OF PETSU

В статье приведены программы обучения Valmet DNA.

The article presents Valmet DNA training courses.

Ключевые слова: *обучение Valmet DNA, программное обеспечение.*

Keywords: *Valmet DNA training, software.*

Обучение АСУ ТП Valmet DNA в ПетрГУ проводится на базе Центра Систем Автоматизации ПетрГУ с 2005 года. Центр Систем Автоматизации имеет лицензию на образовательные программы повышения квалификации и переподготовки кадров ПетрГУ и сертификат АО «Валмет Автоматизация», подтверждающий компетенции.

Центр приглашает для обучения специалистов: инженеров АСУ ТП и инженеров-программистов с любым опытом работы с АСУ ТП Valmet DNA. Обучение проводится по всему спектру аппаратного и программного обеспечения АСУ ТП Valmet DNA, от карт ввода и вывода до рапортов информационной системы. Кроме того, Центр Систем Автоматизации выдает удостоверения о прохождении обучения. Обучение основано на изучении прикладных задач без лишней теоретизации и академичности.

Перечислим основные программы курсов Valmet DNA по различным направлениям.

Курсы по проектированию, программированию и программному обеспечению представлены в приведенных ниже вариантах:

- ◆ Основной курс проектирования АСУ ТП Valmet DNA (ОКП) продолжительностью 4 дня.
- ◆ Программное обеспечение АСУТП Valmet DNA (ПО) продолжительностью 7 дней.
- ◆ Расширенный курс проектирования и программирования в АСУТП Valmet DNA (РКПИП) продолжительностью 8 дней.
- ◆ Расширенный курс по программному обеспечению АСУТП Valmet DNA (РПО) продолжительностью 10 дней (новый курс, запущен в 2016 году).
- ◆ Продвинутый курс проектирования и программирования в АСУТП Valmet DNA (ПКПИП) продолжительностью 5 дней.

Курсы по аппаратуре и обслуживанию включают следующие программы обучения: «Курс обслуживания АСУТП Valmet DNA (КО)» продолжительностью 3 дня; «Аппаратное обеспечение АСУТП Valmet DNA (АО)» продолжительностью 7 дней; «Расширенный курс по аппаратному обеспечению и обслуживанию АСУТП ValmetDNA (РАО)» продолжительностью 10 дней (новый курс с 2016 года).

Курсы по информационной системе включают следующие программы обучения: «Базовый курс по информационной системе АСУТП Valmet DNA (БИ)» продолжительностью 2 дня является обзорным; «Курс обслуживания информационной системы АСУТП Valmet DNA (КОИ)» продолжительностью 3 дня посвящен эксплуатации систем АСУТП; курс «Информационная система АСУТП Valmet DNA (ИС)» продолжительностью 7 дней включает обзор, эксплуатацию и администрирование.

Также доступны курсы для инженеров Valmet, партнеров и заказчиков, посвященные системному конфигурированию и настройке АСУТП Valmet DNA, продолжительностью 7 дней и расширенные курсы продолжительностью 10 дней.

Для новичков, которые хотят кратко ознакомиться с возможностями системы, центр проводит «Базовый курс по АСУТП Valmet DNA (БК)» продолжительностью 2 дня.

Кроме того, Центр Систем Автоматизации проводит занятия по следующим программам: «Создание проектной документации АСУТП Valmet DNA (СПД)» продолжительностью 3 дня, «Работа с OPC клиентом и сервером в АСУТП Valmet DNA (OPC)» продолжительностью 2 дня.

© *С. Н. Харичев*

АО «Валмет Автоматизация»
Санкт-Петербург
E-mail: sergey.kharichev@valmet.com

S. N. Kharichev

АО «Valmet Automation»
St. Petersburg

VALMET PAPER LAB — АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АНАЛИЗА БУМАГИ И КАРТОНА

VALMET PAPER LAB — AUTOMATED LABORATORY ANALYSIS OF PAPER AND CARDBOARD

В статье описаны параметры автоматизированной лаборатории анализа бумаги и картона.

This article describes the parameters of the automated laboratory analysis of paper and cardboard.

Ключевые слова: анализ бумаги и картона, производство бумаги.

Keywords: analysis of paper and cardboard, paper manufacture.

Valmet Paper Lab является автоматизированной лабораторией анализа бумаги и картона. Лаборатория пригодна для измерения показателей растяжения, гладкости, влажности, пористости, жесткости при изгибе, рубцеватости, цвета, базового веса и других параметров.

Компания Valmet полностью обновила Valmet Paper Lab для использования вне линии и на линии производства. Автоматизированная лаборатория обеспечивает хорошие результаты управления и оптимизации процесса производства бумаги.

Тестовая система Valmet Paper Lab выполнена на специальной платформе с широким диапазоном стандартных модулей, пригодна для тестирования более 400 параметров.

Лаборатория Valmet Paper Lab пригодна для использования в составе линии производства для приложений реального времени. Кроме того, она может быть применена вне линии производства для получения показателей анализа бумаги и картона прямо в лаборатории. Испытанные модули Valmet Paper Lab совместимы со всеми

стандартами и нормами бумажной промышленности и обладают высокой продуктивностью в автоматизированных тестах.

Новая концепция Valmet Paper Lab предлагает тестирование до точки, которая дает заказчику нужный результат. Лаборатория имеет новый дизайн с размерами S, M, L и XL. Малый вариант Valmet Paper Lab включает один структурный измерительный модуль (3 на 5 ячеек). Средний вариант включает два структурных измерительных модуля (3 на 5 ячеек). Большой вариант включает три структурных измерительных модуля (3 на 5 ячеек). Valmet Paper Lab совместим с модулями предыдущей Paper Lab.

При работе с Valmet Paper Lab возможны следующие варианты подготовки проб: срезать вручную одиночные листы, использовать автоматический резчик пробы, который режет CD-пробу без складок с наката, использовать настольное ручное или механизированное устройство приготовления CD-проб.

В качестве проб могут выступать пробы разных размеров: пробы бумаги и картона, одиночные листы, CD или MD-накаты, US-письма, листы формата A3 или A4, лабораторные листы.

Поставляемая тестовая кабина на линии производства может включать устройство тестирования бумаги с модулями, тестовую комнату, кондиционер воздуха, прибор контроля влажности и вибрации.

© **А. В. Саливоник**

ООО «Опти-Софт»

Петрозаводск

E-mail: asalivonik@opti-soft.ru

A. V. Salivonik

Opti-Soft Ltd.

Petrozavodsk

ОТ ДЕРЕВА ДО ДОМА: ИНСТРУМЕНТЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОПТИ-SAWMILL

FROM TREE TO HOUSE: OPTI-SAWMILL PLANNING AND MANAGEMENT TOOLS

Обзорная статья о продукте компании «Опти-Софт», направленном на увеличение эффективности работы предприятий лесного комплекса.

Review article is about the product of company «Opti-Soft», aimed to increasing the efficiency of forest industry enterprises.

Ключевые слова: *лесопиление, увеличение производительности.*

Keywords: *timber cutting, increasing productivity.*

Опти-Софт — российская IT-компания, созданная в 2010 году при поддержке Петрозаводского госуниверситета. Среди партнеров и клиентов можно назвать такие компании, как Metso/Valmet Automation Inc., Outotec (Финляндия), Siemens AG (Германия), Неосистемы Северо-Запад (Россия), ОАО «Группа “Илим”», «Segezha Group», АО «Монди СЛПК», ОАО «Кондопога», ОАО «Архангельский ЦБК», «Илим Тимбер», ЗАО «Соломенский лесозавод», «Вологодские лесопромышленники», ООО «Карелиан Вуд Компани» и др.

Рассматриваемый в статье продукт относится к классу DSS (Decision Support System). Он предназначен для планирования, управления и оптимизации производства предприятий, работающих с переработкой леса.

Система отличается от аналогов тем, что планирует «наперед» с учетом возможных максимальных нагрузок на производство и подбирает оптимальный вариант и для механизмов, и для людей. Использование системы Opti-Sawmill увеличивает эффективность и производительность производства, уменьшает издержки на предприятии и уменьшает время на принятие решений.

Все вышеперечисленные преимущества достигаются путем использования таких механизмов, как расчет технологических карт, планирование в ручном и автоматизированном режиме, многосторонняя оценка заказов, режим управления производством с возможностью корректировки планов-заданий, контроль сроков исполнения заказов, в т. ч. по строке затраты, и др.

Система Opti-Sawmill способна решать задачи каждого отдела, например коммерческого или производственного, улучшая работу предприятия в целом.

Преимущества Opti-Sawmill по сравнению с другими программами:

- ◆ Специализированная система, изначально ориентированная на ЛПК, а не переделка из других систем.
- ◆ Использование уникальных и достаточно сложных математических моделей (относительно других в этой отрасли), что достаточно не каждому разработчику.
- ◆ Модульность — можно использовать только те функции системы, в которых есть потребность.
- ◆ Возможность интеграции с широким спектром учетных систем: Excel, 1С, Dynamics AX, SAP/R3 и др.
- ◆ Возможность доработки под требования заказчика (при наличии таковых).
- ◆ Быстрота реагирования системы — поддержка производства при каждом изменении влияющих факторов.

© **Р. В. Сошкин**

ООО «Опти-Софт»
Петрозаводск
E-mail: soshkin@mail.ru

R. V. Soshkin

Opti-Soft Ltd.
Petrozavodsk

УПРАВЛЕНИЕ ГОФРОПРОИЗВОДСТВОМ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ OPTI-CORRUGATED

MANAGEMENT OF CORRUGATED BOX MAKING PLANTS WITH OPTI-CORRUGATED

Для увеличения эффективности гофропроизводства была разработана система планирования производства. Планирование технологических и управленческих процессов затрагивает логистику, складирование, человеческие ресурсы, производство и оборудование. Создается единый четкий процесс управления промышленного предприятия.

For productivity increasing of corrugated box making plants was developed planning information system. Planning process includes logistic, human resources, warehouse, manufacturing, equipment. The system using creates a clear management process of the industrial enterprise.

Ключевые слова: планирование производства, оптимизация.

Keywords: process planning, optimization.

История развития технологии началась в 1990 году с оптимизации раскроя гофрополотна на ОАО «Архангельский ЦБК». В 2000 году была начата разработка системы планирования работы гофроагрегата. Уже в 2005 году на основе ранее разработанных алгоритмов была создана нынешняя система планирования и оптимизации работы гофроагрегата и линий переработки. В 2012 году разработанные методики были объединены в MES-систему для оптимизации планирования и управления производством гофропродукции. И уже в 2015 заработал ВЕБ-сервис для оптимального раскроя гофрополотна.

Основной проблемой при внедрении систем управления предприятием является внутренний конфликт интересов. С одной стороны,

нововведения не должны мешать работе производства, с другой стороны, большой объем производственных заказов и загруженность гофроагрегатов и перерабатывающих линий не дают возможность произвести модернизацию процессов управления.

Вторым блоком трудностей, с которыми столкнулось предприятие до внедрения системы управления, были большие потери сырья и материалов вследствие недостаточно эффективного планирования раскроев, графиков работы оборудования и перерабатывающих линий.

Отсутствие обратной связи между планированием и производством привело к малоэффективному использованию производственных мощностей вследствие неэффективного планирования. С такими проблемами коммуникативного порядка сталкиваются практически все производства при наращивании объемов и увеличении штата. Увеличение числа заказов приводит к увеличению числа сотрудников, сотрудники, ранее коммутировавшие на уровне человек — человек, переходят на уровень человек — отдел. Это порождает новые сложности. К ним можно отнести неточность и недостоверность производственного учета, отсутствие оперативной обратной связи от производства к коммерческим службам. Одним из примеров гонки за заказами можно назвать появление различных версий одних и тех же изделий, которых можно было бы избежать при введении унификации заказа для потребителя и ведении базы разработанных конструкций. На первых порах люди справляются с накопившейся информацией, но в таком случае производство становится зависимым от людей, стоящих у истоков. И в случае их потери на предприятии начинается хаос, так как вся база данных по заказам, людям и контактам находилась у них в голове. В конечном итоге мы получаем и логистические проблемы, и затаренный склад.

Основными «хот-спотами», эффективность которых необходимо было увеличить при внедрении системы Opti-Corrugated, были выделены следующие процессы: подготовка производства, продажи, использование оснастки, использование оборудования, планирование производства, контроль производства, использование материалов, складское хранение.

Для каждого этапа производства был разработан алгоритм работы, дополнявший имеющиеся технологические процессы и операции для создания единой системы управления на предприятии.

На входе — всегда информация из отдела продаж и работы с клиентами. Здесь необходимо иметь информацию о заказчике и историю взаимоотношений с ним. Для этого нужна единая база данных, не зависящая от сотрудников, которые меняются. Наличие контроля взаиморасчетов с покупателями и заказчиками обеспечивает расчет плановых сроков производства и отгрузки готовой продукции. Система Opti-Corrugated позволяет управлять заказами покупателей и создавать оперативный отчет «Портфель заказов».

При подготовке производства необходимо разработать и использовать спецификацию заявок и технологические карты для каждого типа ящиков с персональными характеристиками для каждого покупателя. История изменений технологических карт поможет не потерять наработанный материал. Необходимо применять автоматический расчет технологических параметров новых изделий. При разработке продукции система придерживается стандартов FEFCO и ГОСТ.

Для повышения эффективности планирования производства система применяет автоматическое долгосрочное планирование производства и гофроагрегатов. Также она контролирует оптимальный раскрой гофропалатки и работу линий переработки. Использование мощностей оборудования и материальных ресурсов на гофроагрегатах контролируется программой в автоматическом режиме.

К контролю производства можно отнести такие мероприятия, как оперативное управление и отслеживание производственных заказов, корректировку оперативных планов, контроль полуфабрикатов на производстве. Высокоуровневое планирование смен позволит избежать простоя оборудования или провала одного из участков работ. В качестве примера можно привести следующую ситуацию: программа не допустит выхода 3 из 5 сотрудников на выходной при сменном графике работы в случае поступления большого заказа и его срочности.

Повышение эффективности использования материалов ведет к уменьшению издержек производства и экономии средств предприятия. Для этого необходимо планировать потребности в материалах под производственные заказы и всегда знать остатки на складах. Резервирование материалов под производственные планы весьма

поможет в случае поступления срочного заказа. С помощью использования программы можно также составлять заказы на поставку материалов для производства.

Складское хозяйство требует внимания не меньше, чем оборудование. При грамотном планировании пространства на зоны и ячейки можно в считанные минуты найти нужный товар и отгрузить его. Штрих-кодирование для готовой продукции и полуфабрикатов помогает при учете остатков на складах и в отслеживании залежи готовой продукции и полуфабрикатов.

Общая эффективность использования материалов и оборудования возрастает за счет использования программы эффективного управления производством Opti-Corrugated.

Снижаются потери материалов из-за неправильного края гофрополотна, время на формирование производственной программы на гофроагрегате. Использование системы приводит к снижению складских запасов на 5—15 % за счет четкого оперативного планирования потребностей в сырье и сокращению сроков выполнения производственных заказов на 10—15 % из-за уплотнения графика работы оборудования. Снижаются объемы незавершенного производства на 3—10 % за счет четкого оперативного планирования.

В целом при использовании данной системы эффективного производства повышается рентабельность производства за счет оптимизации комплексного планирования (производственное оборудование, материальные ресурсы, логистика), что позволяет производить продукцию «точно в срок» и иметь успешную репутацию на рынке, что очень важно в условиях современного рынка.

Список литературы

1. *Шабаев А. И.* «Облачные» сервисы оптимального планирования для предприятий ЦБП и ЛПК / А. И. Шабаев, Д. П. Косицын, И. М. Шабалина, И. В. Архипов, Ю. А. Апанасик // Автоматизация в промышленности. — 2013. — № 4. — С. 19—24.

© ***A. M. Воронова***

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: voronova_am@petrsu.ru

A. M. Voronova

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

© ***P. V. Воронов***

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: rvoronov76@gmail.com

R. V. Voronov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МЕЖДУ КОТЕЛЬНЫМИ ПУНКТАМИ*

PLANNING OF MOBILE MILL MACHINE MOVEMENT BETWEEN BOILER STATIONS

В статье описана задача составления графика движения передвижной установки для переработки дров в топливную щепу для котельных установок.

The article describes the task of mobile mill machine movement planning which allows milling a wood fuel for local power stations.

Ключевые слова: планирование работы котельных, рубительная установка.

Keywords: power plants planning, mill machine.

В последнее время в Республике Карелия проводятся мероприятия по переводу котельных, работающих на угле и мазуте, на местные виды топлива — торф и топливную щепу. В России и за рубежом уже есть опыт перевода котельных на альтернативные энергоресурсы. Чаще всего использование альтернативных видов топлива по отношению к привозному мазуту и углю обосновано как экономической выгодой от использования более дешевых видов топлива, так и возможностью снижения вредных выбросов в атмосферу (экологической чистотой).

В связи с развитием энергосбережения появляется новое оборудование: котельные, которые могут работать на местных видах топлива, передвижные и стационарные установки для переработки древесины и древесных отходов в топливную щепу. Несомненно, что для получения положительного результата необходимо не только внедрять новое современное оборудование, но и эффективно использовать все его возможности.

Предметом данного исследования является передвижная установка по переработке дров в топливную щепу, которая ездит между котельными пунктами и на месте, на складе возле котельных, рубит дрова на щепу. Для эффективного использования установки важно заранее составлять план работы установки таким образом, чтобы в течение всего отопительного сезона (периода планирования) в каждом населенном пункте постоянно была удовлетворена потребность в топливе и при этом минимизированы затраты на перемещение между котельными пунктами.

Цель исследования — автоматизировать процесс составления оптимального плана движения рубительной установки между котельными пунктами. Построена математическая модель, в которой планируется работа только одной передвижной установки. В модели неизвестной является перестановка котельных пунктов, которые надо объезжать, и время работы в каждом котельном пункте. Для каждой конкретной перестановки модель оказывается линейной. Для определения последовательности котельных пунктов ставится задача минимизации времени на переезды между пунктами.

Планирование работы осуществляется с момента планирования и до конца отопительного сезона. Кроме того, в модели введен фиктивный пункт приема, продолжительность работы в котором определяет время простоя, которое может быть использовано для проведения планового ремонта машины и отдыха рабочих, обслуживающих машину. Поэтому косвенно в модели были учтены и эти немаловажные факторы.

Метод решения поставленной задачи направлен на поиск допустимых решений системы линейных ограничений математической модели путем постепенного увеличения циклов работы передвижной установки. Цикл работы — последовательность объезда котельных

пунктов в некотором порядке. Увеличение циклов работы передвижной установки происходит до тех пор, пока система ограничений задачи не будет иметь хотя бы одно допустимое решение, т. е. пока все котельные пункты не будут обеспечены топливом в достаточном объеме.

Практическая ценность работы заключается в следующем: полученный график работы передвижной установки, в котором определен наиболее выгодный маршрут движения установки и время работы в каждом котельном пункте, можно предоставить в органы местного самоуправления районов для того, чтобы они подготовили к приезду установки необходимый запас дров. Возможность построения графика движения с помощью разработанной программной системы способствует более эффективной эксплуатации установки, а значит, более качественному и своевременному предоставлению услуги по обеспечению теплом населенных пунктов.

* Исследования выполнялись в рамках реализации Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 годы.

© ***А. И. Шабает***

ООО «Опти-Софт»,
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: ashabaev@opti-soft.ru

A. I. Shabaev

Opti-Soft Ltd., Petrozavodsk
State University
Petrozavodsk

© ***Д. П. Косицын***

ООО «Опти-Софт»,
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: dkositsyn@opti-soft.ru

D. P. Kositsyn

Opti-Soft Ltd., Petrozavodsk
State University
Petrozavodsk

© ***И. М. Шабалина***

ООО «Опти-Софт»,
ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: irinashabalina09@gmail.com

I. M. Shabalina

Opti-Soft Ltd., Petrozavodsk
State University
Petrozavodsk

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*

USING INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY FOR PRODUCTION PLANNING AND CONTROL OF FOREST INDUSTRY

В статье описывается технология промышленного Интернета и возможности ее применения для планирования и управления промышленными предприятиями лесной отрасли.

The paper describes the Industrial Internet of Things technology and its implementation for planning and control of forest industry production enterprises.

Ключевые слова: промышленный Интернет, лесная промышленность.

Keywords: Industrial Internet, forest industry.

Промышленный Интернет (ПИ), индустриальный Интернет — это сетевая среда, объединяющая производственное оборудование, промышленные объекты, транспорт, средства анализа технологических процессов, мобильные и встроенные устройства, компьютеры и людей с использованием повсеместного сетевого подключения [5]. Участники производственных процессов также получают доступ к глобальной сети Интернет.

В современном холдинге, как правило, используется большое количество программных систем и разнотипных вычислительных устройств (ПК, мобильные устройства, датчики), реализованных с применением различных технологий и программных платформ, использующих собственные структуры данных и протоколы обмена данными. При этом разнородность и разнотипность устройств, хранилищ данных, программных и сетевых решений существенно затрудняет формирование единой интерактивной информационной среды холдинга и принятие управленческих решений в режиме онлайн. Отсутствие средств для эффективной интеграции и анализа данных из разных источников также ведет к снижению оперативности принятия решений при изменяющихся условиях [1].

Технология ПИ позволяет объединять существующие на предприятиях разнородные промышленные приложения и сервисы. Формируется общее интеллектуальное пространство предприятия, в котором интегрируются функции существующих автоматизированных систем с информационно-управляющими «рекомендательными» сервисами. В результате повышается скорость создания и применения управленческих решений, появляются новые способы управления в информационной среде предприятия [3].

Планирование и управление работой холдинга осуществляется на основе составленного плана производства на период для всех участников производственного процесса. Формирование интеллектуального пространства предприятия в виде информационной надстройки над действующими программными системами дает возможность контролировать текущую ситуацию и вносить рекомендации по корректировке работы участков без пересчета общего плана для всего холдинга. Интеллектуальное пространство играет роль связующего звена между разрозненными системами, не имеющими единого хранилища и бизнес-логики. Для создания интеллектуального

пространства используются алгоритмы семантического связывания процессов планирования и управления производством с информацией из внешних сервисов (информационных систем предприятия, внешних источников, данных от оборудования и пр.). В результате становится возможным создание цифровых сервисов, называемых умными. Они обеспечивают информационную поддержку при решении возникающих задач пользователя за счет оперативного анализа семантически связанной информации.

Целью проводимых исследований и разработок является создание экспериментального программного прототипа системы рекомендательных сервисов для поддержки планирования и управления предприятием (холдингом) с использованием технологии ПИ. Они обеспечивают информационно-аналитическую поддержку при решении следующих задач:

- а) объемное планирование на длительный период (год, месяц) с учетом ограничений на объемы перевозки, заготовки и хранения;
- б) планирование перераспределения ресурсов между отдельными производственными единицами без изменения общего объемного и объемно-календарного плана холдинга;
- в) создание производственных заданий по номенклатуре работ и исполнителей на короткие периоды (сутки, смену, час) с учетом имеющейся оперативной информации;
- г) контроль реализации утвержденной производственной программы (сроки, затраты).

Задача планирования работы холдинга (а) традиционно решается с использованием математической модели управления запасами и транспортными потоками. Оптимальное управление запасами подразумевает минимизацию издержек на хранение и транспортировку лесосырья и продуктов производства с учетом имеющегося портфеля заказов и ограничений на объемы заготовки, хранения и перевозки [4].

Эффективность решения задач (б)—(г) повышается за счет использования рекомендательных сервисов планирования работы отдельных производств и холдинга в целом, управления заготовкой сырья и транспортировкой продукции. Концепция разрабатываемого сервиса как многоагентной системы [5] представлена на рисунке. Основными элементами разрабатываемой системы являются:

- а) интеллектуальное пространство (ИП);
- б) информационные системы технологических процессов;

- в) информационная система оптимизации планирования производства;
- г) прочие внешние сервисы и системы.



Концептуальная модель системы рекомендательных сервисов ПИ

Агенты представляют информационные системы, системы управления технологическими процессами. Агенты КР — процессоры знаний, получающие данные из внешних источников и осуществляющие оперативный контроль выполнения плана. Брокер SIB — семантический информационный брокер, использующий модель RDF для представления информационных ресурсов на основе утверждений «субъект — предикат — объект». Каждый агент может сделать часть своей информации доступной другим агентам, публикуя ее в ИП. В свою очередь, агенту через ИП доступна информация, поступающая от других агентов.

В ИП представлены информационные объекты «Локация», «Заготовка», «Хранение», «Перевозка», «План» и их атрибуты в форме RDF-графа, позволяющего использовать методы онтологического моделирования и соответствующие методы вывода знаний [2]. Объект «План» содержит плановую информацию о заготовке продукции, перевозке, заказах и складах для координирования работы цехов и подразделений.

Информационные системы технологических процессов решают задачи информационного обеспечения и поддержки конкретных технологических процессов и являются поставщиками оперативной

информации о состоянии этих технологических процессов (объемы и сортимент древесины на складах, объемы вырубki и отгрузки потребителям и пр.). Информационные системы также являются потребителями информации о других технологических процессах.

Оптимизационный модуль системы планирования производства на основании данных о заказах и имеющихся ресурсах решает задачу составления оптимального объемного и календарного плана производства и формирует набор требований по осуществлению технологических процессов. За составление рекомендательного плана отвечает внешний агент «оптимизационный модуль», в составе которого используется уникальная библиотека программных модулей для решения прикладных оптимизационных задач [1].

В разрабатываемой системе сервисов ПИ реализованы:

- а) сервис получения данных выполняет сбор информации от внешних и внутренних агентов ИП о поступивших и имеющихся заказах, текущих объемах заготовки, загруженности транспорта и объемах перевозки, объемах хранения продукции в подразделениях, рекомендательных планах для отдельных подразделений;
- б) сервис сравнения и оповещения выполняет сравнение фактических данных, полученных агентами от внешних сервисов, плановым показателям и в случае обнаружения отклонений запускает функции оповещения прочих агентов КР «Заготовка», КР «Хранение», КР «Перевозка» о несоответствии фактической ситуации плановой;
- в) сервис оценки свободных ресурсов реализует поиск возможностей участников производственного процесса, работа которых способна компенсировать возникшие затруднения на других участках (например, поломка оборудования или транспортного средства);
- г) сервис корректировки производственных заданий реализует функции корректировки данных для КР «Заготовка», КР «Хранение», КР «Перевозка», КР «Заказ» в случае несоответствия рекомендательному плану, при этом предполагается наличие в ИП оперативной информации о ситуации участников производственного процесса;
- д) сервис пересчета рекомендательного плана для холдинга выполняется в случае, когда нарушения плана работы на отдельных участках предприятия не могут быть компенсированы за счет перераспределения работ и ресурсов и выполнение заказов в запланированный срок ставится под угрозу.

В настоящее время реализован программный прототип системы, сценарии работы сервиса апробированы на модельной ситуации с использованием экспериментального стенда, моделирующего реальный производственный процесс.

Рассмотренная концептуальная модель является укрупненной схемой, затрагивающей только базовые процессы производства. Указанные подходы и модели будут дополняться, расширяться и детализироваться по мере внедрения предложенных подходов на реальных производствах. Кроме задачи управления запасами, предполагается рассмотреть модель распределения операций по переработке и транспортировке сырья и продуктов его переработки между предприятиями холдинга, модели распределения между предприятиями заказов и поставок промежуточных продуктов согласно заказам, состоянию и параметрам производственного оборудования предприятий.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках проекта по Соглашению № 14.574.21.0060 (RFMEFI57414X0060) федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы».

Список литературы

1. Давыдов Д. С. Разработка платформы планирования производства с использованием технологий «облачных вычислений» / Д. С. Давыдов, А. М. Кашевник, Д. П. Косицын, А. И. Шабаев, И. М. Шабалина // Труды СПИИРАН. — 2012. — № 4 (23). — С. 416—430.
2. Корзун Д. Ж. Формализм сервисов и архитектурные абстракции для программных приложений интеллектуальных пространств / Д. Ж. Корзун // Программная инженерия. — 2015. — № 2. — С. 3—12.
3. Толкачев С. А. Интеллектуальное производство сквозь призму третьей промышленной революции / С. А. Толкачев, К. Н. Андрианов, Н. В. Лапенкова // Мир новой экономики. — 2014. — № 4.
4. Шабаев А. И. Подходы к разработке комплекса алгоритмов и программ оптимального планирования и управления сквозными процессами использования древесины / А. И. Шабаев, В. А. Кузнецов, М. В. Спиричев, Д. П. Косицын // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. — 2012. — № 8 (129). — Т. 2. — С. 52—56.
5. Industrial Internet Reference Architecture // Industrial Internet Consortium. Режим доступа: <http://www.iiconsortium.org/IIRA-1-7-ajs.pdf>, свободный. Дата доступа 15.02.2016.

© *А. М. Воронова*

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: voronova_am@petrsu.ru

A. M. Voronova

Petrozavodsk State
University
Petrozavodsk

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЛОКОВ И ПОГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ НА ЛЕСОСЕКЕ*

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE OPTIMAL SCHEME OF PLACING TRAILS AND LOADING POINTS ON THE CUTTING AREA

В статье рассмотрены проблемы сбора данных о свойствах грунта на лесосеке, разметки волоков в лесу, которые возникают при применении математических методов моделирования для схемы волоков и погрузочных пунктов на лесосеке. Приведены современные способы решения перечисленных проблем.

The article deals with the problem of the properties of the ground data collection on the cutting area, marking trails in the forest, which arise in the application of mathematical modeling methods for the scheme trails and loading points on the cutting area. Presents modern methods of solving these problems.

Ключевые слова: *схема волоков, лесосека.*

Keywords: *scheme of trails, cutting area.*

Исследования в области снижения воздействия трелевочного трактора на грунты при разработке лесосеки в весенне-осенний и летний периоды являются актуальными. Повреждение почвы трелевочными тракторами выражается в уплотнении грунта, разрушении почвенных горизонтов, образовании колеи, что приводит к заболачиванию территории лесосеки, нарушению экосистемы подлеска и замедлению лесовосстановительного процесса.

Для уменьшения воздействия трелевочной техники на лесные почвы при размещении погрузочных пунктов и транспортной сети

лесосеки необходимо учитывать тип грунта, характеристики влажности, плотности грунта, уменьшать расстояние трелевки, направлять основные транспортные потоки через участки с твердыми грунтами, способными выдерживать большие нагрузки, и разгрузить участки с текучим грунтом.

Целью данного исследования является построение схемы взаимодействия инженера, осуществляющего разработку технологической документации и организующего проведение подготовительных работ при разработке лесосеки, и оператора лесозаготовительной машины. Процесс взаимодействия предполагает использование современных программно-технических средств: системы навигации на местности для сбора данных о рельефе, свойствах грунта на территории лесосеки; программного комплекса для расчета оптимального размещения погрузочных пунктов и схемы волоков на лесосеке; систем навигации, установленных в кабинах валочной машины и трелевочного трактора, для отображения полученной схемы размещения волоков и погрузочных пунктов на местности и выдачи инструкций по управлению направлением движения трелевочного трактора.

Результатом данного исследования является метод решения задачи оптимального размещения погрузочного пункта и связанной с ним системы транспортных путей с учетом особенностей грунта лесосеки [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].

Применение математических моделей и полученных решений на практике неизбежно приведет к необходимости решения двух основных проблем.

Первая проблема состоит в сложности сбора данных о влажности грунта на лесосеке. Сбор данных о влажности грунта можно производить путем взятия проб грунта на территории лесосеки, причем с небольшим шагом. Однако это очень трудоемкий процесс.

Вторая проблема появляется в процессе применения полученных схем волоков непосредственно на лесосеке. Получаемые в результате расчета оптимальные схемы размещения волоков сильно отличаются от стандартных схем, которые легко проектируются на местности. Вследствие сложности и запутанности рассчитанных схем нетривиальной задачей становится разметка волоков на местности, проведение валки деревьев в соответствии со схемой волоков.

Для решения указанных проблем возможно применение современных технических средств, которые облегчат и ускорят рутинную работу сбора данных и разметки волоков на местности. К таким средствам относятся:

- ◆ приборы для точечного определения свойств грунта с привязкой к географическим координатам территории при непосредственном соприкосновении прибора с почвой;
- ◆ СВЧ-оборудование (сверхвысокочастотные радиометрические приборы) для получения информации о свойствах грунта без непосредственного соприкосновения прибора с землей, т. е. при сканировании территории со спутника или при облете территории с вертолета;
- ◆ системы навигации, установленные в кабинах валочной машины и трелевочного трактора, для отображения полученной схемы размещения волоков и погрузочных пунктов на местности и выдачи инструкций по управлению направлением движения валочной машины и трелевочного трактора.

Рассмотрим возможную последовательность действий для реализации полученных решений на практике. Со спутника осуществляется сканирование территории лесосеки с помощью сверхвысокочастотного радиометрического прибора. При этом формируется карта с распределением свойств грунта (например, влажности грунта). Эти данные поступают в компьютер для обработки. Происходит запуск алгоритмов расчета погрузочных пунктов и схемы освоения лесосеки. Выдается карта со схемой волоков и погрузочными пунктами. Согласно этой карте валочная машина осуществляет валку деревьев под руководством системы навигатора, а трелевочный трактор осуществляет сбор и доставку на погрузочный пункт деревьев согласно схеме волоков.

Использование алгоритмов расчета оптимальных схем волоков и связанных с ними погрузочных пунктов и применение полученных результатов в совокупности с системами сбора данных и отображения результата на местности позволит в комплексе решать задачи освоения лесосеки. Учет характеристик грунта в процессе заготовки леса позволит снизить воздействие трелевочной техники на грунты лесосеки, уменьшить негативные последствия лесосечных работ на экосистему леса.

* Исследования выполнялись в рамках реализации Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 годы.

Список литературы

1. *Воронова А. М.* Обоснование использования нечетких структур для моделирования размещения погрузочных пунктов и сети волоков на лесосеке / А. М. Воронова, Р. В. Воронов // Актуальные вопросы современной науки. — 2009. — № 7—1. — С. 86—93.
2. *Воронова А. М.* Задача размещения волоков и погрузочных пунктов на лесосеке и вопросы применения оптимальных схем на практике / А. М. Воронова, Р. В. Воронов, М. А. Пискунов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. — 2009. — № 9 (103). — С. 58—62.
3. *Воронов Р. В.* Задача покрытия гиперсети взвешенным корневым деревом и ее приложение для оптимального проектирования схем волоков на лесосеках / Р. В. Воронов, А. М. Воронова, М. А. Пискунов // Информатика и системы управления. — 2012. — № 1. — С. 56—64.
4. *Воронова А. М.* Методы покрытия гиперсети корневым деревом для оптимизации системы транспортных путей на лесосеке / А. М. Воронова, Р. В. Воронов, М. А. Пискунов. — Петрозаводск, 2014. — 109 с.
5. *Воронова А. М.* Моделирование схемы волоков при помощи покрытия гиперсети взвешенным корневым деревом / А. М. Воронова, Р. В. Воронов, М. А. Пискунов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. — 2012. — № 2 (123). — С. 114—117.
6. *Воронова А. М.* Алгоритм оптимального размещения волоков из условия минимизации повреждения грунта / А. М. Воронова, Р. В. Воронов, М. А. Пискунов, Л. В. Щеголева // Тракторы и сельхозмашины. — 2013. — № 9. — С. 33—35.
7. *Пискунов М. А.* Распределение проходов по длине волока и расчет рейсовых нагрузок трелевочного трактора при движении по грунтам с низкой несущей способностью на примере хлыстовой технологии заготовки леса / М. А. Пискунов, Р. В. Воронов, В. Н. Васильев, А. М. Воронова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 77. — С. 281—291.

© **О. Б. Марков**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск

E-mail: markovob@yandex.ru

O. B. Markov

Petrozavodsk State
University
Petrozavodsk

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ПРОЕКТИВНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ЗАДАЧЕ ПРИВЯЗКИ ТРЕКА ОБЪЕКТА К ПЛАНУ ПОМЕЩЕНИЯ*

APPLICATION OF FUZZY PROJECTIVE GEOMETRY OF THE OBJECT SNAP TRACK THE PROBLEM TO THE PLAN ROOM

В статье рассмотрено применение методов нечеткой проективной геометрии для задачи привязки трека объекта к плану помещения.

The article deals with the application of fuzzy methods of projective geometry for the object snap track the problem to plan the room.

Ключевые слова: *трек объекта, план помещения.*

Keywords: *object track, room plan.*

На предприятиях лесопромышленного комплекса, например на складах лесоматериалов, актуальной является задача определения местоположения объектов (персонала, погрузчиков и т. п.). В последнее время широкое распространение получают системы локации, основанные на использовании беспроводных сетей стандартов WiFi, ZigBee, Bluetooth и других. Подобные системы включают в себя несколько точек доступа и мобильный датчик, для которого необходимо определить его локацию (местоположение). Расчет ведется на основе информации о времени распространения сигнала между точками доступа и мобильным датчиком или об уровне этого сигнала. Для уточнения местоположения дополнительной информацией являются измерения, полученные устройством модуля распознавания движения (IMU). Такие модули включают акселерометр, магнетометр и гироскоп.

Встроенный в мобильное устройство модуль распознавания движения может определять трек движения, по которому оно двигается. Если мобильное устройство прикреплено к человеку, то модуль распознавания движения может оценить длину и направление для каждого шага. Эти оценки получаются с некоторой ошибкой. В среднем ошибка в оценке длины шага человека может достигать 10 % от длины шага. Ошибки в оценках углов смещения направления движения также не превышают нескольких градусов. Предлагается метод, основанный на методах нечеткой проективной геометрии привязки трека к плану помещения.

Трек представляет из себя ломаную, состоящую из ряда звеньев. Для каждого звена трека известны его длина и угол с предыдущим звеном ломаной. Для привязки трека к плану помещения необходимо на плане помещения определиться с начальной точкой для совмещения с ней начала ломаной и определить угол поворота первого звена по отношению к системе координат помещения.

Для учета возможных изменений длин звеньев и углов между ними около всех концов звеньев ломаной строятся нечеткие точки, представляющие из себя эллипсы.

Размещение каждого эллипса и его размеры зависят от направления соответствующего звена трека, плана помещения и параметров предыдущего эллипса. Так как объект в ходе движения не может переходить сквозь стены, то это уменьшает площадь возможного нахождения объекта и, соответственно, уменьшает площади эллипсов.

Таким образом, методы нечеткой проективной геометрии позволяют решать задачу привязки трека объекта к плану помещения.

* Исследования выполнялись в рамках реализации Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 годы.

Список литературы

1. *Воронов Р. В.* Обобщенная задача локации мобильных объектов в помещениях / Р. В. Воронов // *Инновационные технологии в науке и образовании.* — 2015. — № 3. — С. 183—185.
2. *Воронов Р. В.* Задача привязки траектории объекта к плану помещения / Р. В. Воронов, А. С. Галов, А. П. Моцевикин, А. М. Воронова // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета.* — 2015. — № 2 (147). — С. 87—91.

3. *Воронов Р. В.* Метод определения местоположения мобильных объектов в шахте / Р. В. Воронов, А. С. Галов, А. П. Мошчевикин, А. М. Воронова, Т. В. Стёпкина // *Современные проблемы науки и образования*. — 2014. — № 4. — С. 155.
4. *Воронов Р. В.* Автоматическая калибровка локальных систем позиционирования на основе построения карты сил сигналов / Р. В. Воронов, О. В. Лукашенко, А. П. Мошчевикин // *Труды Карельского научного центра Российской академии наук*. — 2014. — № 4. — С. 29—35.
5. *Воронов Р. В.* Динамическое создание карт уровня wifi-сигналов для систем локального позиционирования / Р. В. Воронов, С. В. Малодушев // *Системы и средства информатики*. — 2014. — Т. 24. — № 1. — С. 80—92.
6. *Воронов Р. В.* Применение условной энтропии при формировании рекомендаций по размещению базовых станций в локальных системах позиционирования / Р. В. Воронов, А. П. Мошчевикин // *Информационные технологии*. — 2014. — № 10. — С. 11—16.
7. *Малодушев С. В.* Определение оптимальных путей эвакуации из здания / С. В. Малодушев, Р. В. Воронов // *Фундаментальные исследования*. — 2015. — № 10—3. — С. 495—502.
8. *Марков Б. Г.* Точка в модели двумерного нечеткого проективного пространства / Б. Г. Марков, О. Б. Марков // *Современные научные исследования и инновации*. — 2015. — № 6—1 (50). — С. 27—35.
9. *Марков Б. Г.* Модель одномерного нечеткого проективного пространства / Б. Г. Марков, О. Б. Марков, Р. В. Воронов // *Современные проблемы науки и образования*. — 2013. — № 6. — С. 894.
10. *Сорокин Ф. В.* Методы решения задачи привязки трека к плану помещения / Ф. В. Сорокин, Р. В. Воронов // *Современные научные исследования и инновации*. — 2015. — № 6—2 (50). — С. 19—28.
11. *Щеголева Л. В.* Построение дорожного графа для маршрутизации мобильного робота в замкнутой системе коридоров / Л. В. Щеголева, Р. В. Воронов // *Инженерный вестник Дона*. — 2015. — Т. 37. — № 3.
12. *Moschevikin A.* Realtrac technology at the eeval-2013 competition / A. Moschevikin, A. Galov, A. Volkov // *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*. — 2015. — Т. 7. — № 3. — С. 353—373.

© **В. В. Поляков**

ФГБОУ ВО «Петербургский
государственный университет
путей сообщения императора
Александра I»
Санкт-Петербург
E-mail: poljakov.v@karelia.ru

V. V. Poliakov

Emperor Alexander I
St. Petersburg State
Transport University
St. Petersburg

© **Р. В. Воронов**

ФГБОУ ВО «Петрозаводский
государственный университет»
Петрозаводск
E-mail: rvoronov76@gmail.com

R. V. Voronov

Petrozavodsk State University
Petrozavodsk

О ПОИСКЕ НЕСОБСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА*

ABOUT SEARCH OF NOT OWN DECISIONS OF THE PROBLEM OF MATHEMATICAL PROGRAMMING OF THE SPECIAL KIND

Рассматривается задача математического программирования специального вида. Обсуждается случай несовместности (противоречивости) ограничений такой задачи. Предложен способ, позволяющий найти несобственное решение.

The problem of mathematical programming of the special kind is considered. The case incompatibility (discrepancy) of restrictions of such problem is discussed. The way allowing to find not own decision is offered.

Ключевые слова: математическое программирование, противоречивая задача специального вида.

Keywords: mathematical programming, conflicting task of the special kind.

При планировании производственных процессов на основе задач математического программирования часто возникают ситуации, препятствующие точной реализации найденного оптимального решения. В работе [1] показано, что в подобных случаях

целесообразно использование математических моделей, приводящих к следующей задаче:

$$\sum_{j \in N} c_j x_j + \sum_{j \in N' \cup N''} c_j w_j \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j = b_j, \quad \bar{j} \in M', \quad (2)$$

$$\sum_{j \in N \cup N' \cup N''} a_{ij} x_j \leq b_j, \quad \bar{j} \in M'', \quad (3)$$

$$x_j \geq 0, \quad \bar{j} \in N, \quad (4)$$

$$x_j \in [w_j - \sigma_j, w_j + \sigma_j], \quad \text{при } w_j + \sigma_j, \quad \bar{j} \in N', \quad (5)$$

$$x_j \in [0, w_j + \sigma_j], \quad \text{при } 0 \leq w_j \leq \sigma_j, \quad \bar{j} \in N', \quad (6)$$

$$x_j = 0, \quad \text{при } w_j = 0, \quad \bar{j} \in N', \quad (7)$$

$$x_j \in [w_j(1 - \delta_j), w_j(1 + \delta_j)], \quad \text{при } w_j \geq 0, \quad \bar{j} \in N'', \quad (8)$$

где x_j — переменные ($j \in N \cup N' \cup N''$, где N — множество переменных, имеющих фиксированное значение, N' и N'' — множества переменных, для которых оптимальным считается любое значение из интервалов, определяемых соотношениями (5)—(7) и (8));

M' — множество ограничений, включающих только переменные множества N ;

M'' — множество ограничений, включающих любые переменные;

w_j — срединные значения интервалов переменных x_j ($j \in N' \cup N''$);

σ_j, δ_j — полуширина интервала допустимых значений переменной, задаваемая как некоторая положительная величина соответственно для $j \in N'$ и $j \in N''$, (причем $\delta_j < 1$);

b_i — значения правых частей ограничений ($i \in M' \cup M''$);

c_j — коэффициенты целевой функции ($j \in N \cup N' \cup N''$).

В реальной практике при решении задач вида (1)—(8) нередки случаи, когда ограничения оказываются несовместными, то есть задача не имеет допустимых решений. В таких случаях можно ослаблять ограничения (5)—(8), допуская уменьшение интервалов оптимальных значений переменных, относящихся к множеству $N' \cup N''$, и добиваясь того, чтобы задача стала разрешимой.

Возможна такая модификация задачи (1)—(8), при которой вместо переменных x_j для $\bar{j} \in N''$ в качестве переменных используются значения w_j :

$$\sum_{j \in N \cup N'} a_{ij} x_j + \sum_{j \in N''} (a_{ij} w_j + \text{sign}(a_{ij}) \delta_j w_j) \leq b_i, i \in M, \quad (9)$$

$$\text{где } \text{sign}(\alpha) = \begin{cases} 1, & \text{если } \alpha > 0 \\ 0, & \text{если } \alpha = 0 \\ -1, & \text{если } \alpha < 0 \end{cases}$$

Если ввести в рассмотрение логические переменные z_j и y_j ($j \in N'$):

$$z_j = \begin{cases} 1, & \text{если } x_j \in (0, \sigma_j) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}, \quad y_j = \begin{cases} 1, & \text{если } x_j \in (\sigma_j, +\infty) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

то задача (1)—(8) с учетом (9) может быть преобразована к следующей задаче нелинейного программирования, в которой уже все срединные значения w_j ($j \in N' \cup N''$) являются переменными:

$$\sum_{j \in N} c_j x_j + \sum_{j \in N' \cup N''} c_j w_j \rightarrow \text{extr}, \quad (10)$$

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j = b_j, j \in M', \quad (11)$$

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j + \sum_{j \in N'} (a_{ij} w_j + a_{ij}^+ \sigma_j z_j + a_{ij}^- w_j z_j + |a_{ij}| \sigma_j y_j) +$$

$$\sum_{j \in N''} (a_{ij} w_j + \text{sign}(a_{ij}) \delta_j w_j) \leq b_i, i \in M'', \quad (12)$$

$$x_j \geq 0, j \in N, \quad (13)$$

$$w_j \geq 0, j \in N' \cup N'', \quad (14)$$

$$\varepsilon z_j + \sigma_j y_j \leq w_j \leq (\sigma_j - \varepsilon) z_j + D_j y_j, j \in N', \quad (15)$$

$$z_j + y_j \leq 1, j \in N', \quad (16)$$

$$z_j, y_j \in \{0, 1\}, j \in N', \quad (17)$$

где малая величина $\varepsilon > 0$ не позволяет переменным w_j стать равными нулю при попадании в интервал $(0, \sigma_j)$, а $D_j > 0$ — большие числа, имеющие смысл верхних границ значений w_j .

Интервалы для переменных x_j ($j \in N' \cup N''$) исходной задачи (1)—(8) легко строятся по полученным значениям w_j ($j \in N' \cup N''$) задачи (10)—(17).

Предположив, что область решений задачи (10)—(17), ослабленной за счет возможности уменьшения величин δ_j ($j \in N'$) и σ_j ($j \in N''$), не пуста и существует решение, соответствующее меньшим размерам интервалов переменных x_j ($j \in N' \cup N''$), чем заданные ограничения (5)—(8), от задачи с набором ограничений (11)—(17) можно перейти к задаче с ограничениями:

$$\sum_{j \in N} a_j x_j + \sum_{j \in N' \cup N''} a_j w_j = b_i \zeta_i \in M', \quad (18)$$

$$\sum_{j \in N} a_j x_j + \sum_{j \in N'} (a_j w_j + a_j^+ u_j' + a_j^- u_j'' + |a_j| u_j''') +$$

$$\sum_{j \in N''} (a_j w_j + \text{sign}(a_j) v_j) \leq b_i \bar{a} \in M'', \quad (19)$$

$$0 \leq u_j' \leq \sigma_j y_j, \quad \forall j \in N', \quad (20)$$

$$0 \leq u_j'' \leq w_j z_j, \quad \forall j \in N', \quad (21)$$

$$0 \leq u_j''' \leq \sigma_j y_j, \quad \forall j \in N', \quad (22)$$

$$0 \leq v_j \leq \delta_j w_j, \quad \forall j \in N'', \quad (23)$$

$$x_j \geq 0, \quad \forall j \in N, \quad (24)$$

$$\varepsilon z_j + \sigma_j y_j \leq w_j \leq \sigma_j z_j + D_j y_j, \quad \forall j \in N', \quad (25)$$

$$z_j + y_j \leq 1, \quad \forall j \in N', \quad (26)$$

$$z_j, y_j \in \{0, 1\}, \quad \forall j \in N'. \quad (27)$$

В системе ограничений (18)—(27) вследствие появления новых переменных $u_j', u_j'', u_j''' (j \in N')$ и $v_j (j \in N'')$ допускается возможность уменьшения величины интервалов значений переменных, относящихся к множествам $N' \cup N''$, если решение исходной задачи не существует.

Для получения оптимизационной задачи система ограничений (18)—(27) должна быть дополнена целевой функцией. На практике могут представлять интерес два критерия оптимальности: максимизация суммы длин интервалов:

$$f_1(u, v) = \sum_{j \in N'} (u_j' + u_j'' + u_j''') + \sum_{j \in N''} v_j \rightarrow \max \quad (28)$$

и максимизация минимальной длины интервала:

$$f_2(u, v) = \min \left(\min(u_j', u_j'', u_j'''), \min(v_j) \right) \rightarrow \max. \quad (29)$$

Учитывая, что значения разных переменных могут измеряться в различных единицах измерения и быть существенно различными по величине, более приемлемыми могут оказаться производные от (28) и (29) критерии:

максимизация взвешенной суммы длин интервалов:

$$f_3(u, v) = \sum_{j \in N'} \lambda_j (u_j' + u_j'' + u_j''') + \sum_{j \in N''} \lambda_j v_j \rightarrow \max \quad (30)$$

и максимизация минимальной взвешенной длины интервала:

$$f_4(u, v) = \min \left(\min(\lambda_j u'_j, \lambda_j u''_j, \lambda_j u'''_j), \min(\lambda_j v_j) \right) \rightarrow \max. \quad (31)$$

Весовые коэффициенты λ_j в (30) и (31) используются для согласования единиц измерения, масштабирования и отображения значимости каждого из управляемых параметров, соответствующих переменным u'_j, u''_j, u'''_j ($j \in N'$) и v_j ($j \in N''$).

Получившаяся задача (18)—(27), дополненная одной из целевых функций (28)—(31), является нелинейной за счет элемента правой части ограничения (21), имеющего вид w_j, z_j , а также вследствие целевых функций, соответствующих критериям (29) и (31). Отказавшись от использования критериев (30) и (31), можно избежать решения трудоемкой нелинейной задачи, зафиксировав возможные наборы значений переменных z_j , что превращает (18)—(27) в набор задач смешанного целочисленного линейного программирования, которые могут решаться стандартными методами.

* Исследования выполнялись в рамках реализации Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012—2016 годы.

Список литературы

1. Поляков В. В. Планирование производственной деятельности на основе задач математического программирования с интервальными переменными / В. В. Поляков // Информационные технологии. — 2006. — № 10. — С. 40—42.

© **А. С. Тоноян**

НП «Жизнеспособная система
управления»
Петрозаводск

E-mail: Andrey.tonojan@gmail.com

A. S. Tonojan

NP «Viable control system»
Petrozavodsk

КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК ЗА 3—4 ЦИКЛА

HOW TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN 3—4 CYCLES

Готовое решение для дистрибуции и закупок для обеспечения наличия, основанное на теории Э. Голдратта. Программа разработана на основе программы 1С:Предприятие 8.

Ready to use solution for distribution and procurement to ensure availability based on the theory of E. Goldratt. The program was developed on the basis of «1С:Enterprise 8».

Ключевые слова: дистрибуция, торговля, Netstock, теории хаоса.

Keywords: distribution, trade, Netstock, chaos theory.

Практически все компании, занимающиеся дистрибуцией, оптово-розничной торговлей или работающие в среде «производство и закупки для наличия», сталкиваются с одними и теми же проблемами. Клиенты, обращающиеся к системному программному решению, в качестве основных чаще всего называют большое количество номенклатурных единиц, в этом количестве случаются избытки товарного запаса. Порой среди обилия номенклатуры бывает много устаревших или «мертвых» номенклатурных позиций, а порой их не хватает. Плохое планирование приводит к нехватке товара в наличии при срочном заказе, и, как следствие, заказ не может быть выполнен в срок. А при слишком больших остатках менеджерам по продажам кажется, что срок исполнения заказа слишком затянут.

В конечном итоге мы наблюдаем корневое противоречие системы управления у заказчика. С одной стороны, необходимость поддерживать объем запасов на должном уровне сталкивается с большими

единовременными затратами и необходимостью перераспределять средства. С другой стороны, можно не замораживать активы в запасах, а обеспечить свободный Cash Flow.

Традиционно используют различные методики для обеспечения потребности в товарах, заказ под заказ, поддержание запаса (min — max), поддержание запаса (расчет по статистике), поддержание запаса (расчет по норме). Более подробно с этими методиками можно ознакомиться по ссылке <http://v8.1c.ru/trade/purchase/generate.htm>.

При работе с SKU (Stock Keeping Unit — идентификатор товарной позиции) предприятия сталкиваются с тем, что каждой SKU, в каждой точке цепи поставок нужно управлять отдельно. Согласно теории хаоса, составить надежные прогнозы продаж по конкретным позициям невозможно. Плохая номенклатура товаров приводит к отсутствию той или иной SKU, и покупатель часто уходит без покупки, а предприятие теряет прибыль.

NET Stock — готовый программно-методический комплекс по эффективному управлению запасами в цепочках поставок по теории ограничений. Этот комплекс прежде всего направлен на агрегирование спроса как можно ближе к «корню» цепи поставок, сокращение горизонта прогноза, увеличение частоты пополнения и защиту от неопределенности с помощью механизма буфера.

Ключевой идеей (философией) проекта можно назвать автоматизацию сквозного управления запасами в цепи поставок для обеспечения постоянного наличия товаров для закупки и дистрибуции на основе решений теории ограничений DTA/PTA Э. Голдратта. Главное конкурентное преимущество продукта, по нашему мнению, заключается в том, что в его основу заложена проверенная в мировой практике методика по управлению запасами по теории ограничений (ТОС).

ТОС является уникальным подходом, позволяющим в короткие сроки получить значительное улучшение в логистических системах.

Данный продукт направлен на сферу B2B. Также потребителями могут быть вузы. Потребителям предлагается выбрать вариант интеграции продукта либо в один из продуктов компании 1С (направленных на оперативный учет), либо программы сторонних разработчиков.

Наше решение не является единственным на рынке. Литовская компания Stock-M предлагает свое решение. Также существует достаточно большое количество софта по управлению запасами. Внедрение нашей продукции позволяет держать товар в наличии на 100 %, рост оборачиваемости составляет 100 %, продажи увеличиваются на 30 %, а прибыль — на 50 %. К тому же наше решение является результатом российской разработки и сопровождается в России.

Функциональные возможности программно-методического комплекса более подробно представлены на сайте продукта — www.netstock.pro.

Научное электронное издание

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЦБП, ЛПК И ЭНЕРГЕТИКЕ

*Материалы XI Международной
научно-технической конференции*

*(20—24 апреля 2016 года, г. Петрозаводск,
Республика Карелия, отель Park Inn by Radisson)*

Редактор *С. Л. Смирнова*
Компьютерная верстка,
оригинал-макет,
электронная версия
и оформление обложки *Ю. С. Маркова*

Подписано к изготовлению 03.09.2016.
1 CD-R. 2,3 Мб. Изд. № 113

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
<http://petsu.ru>
Тел. (8142) 71-10-01

Изготовлено в Издательстве ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
<http://press.petsu.ru/UNIPRESS/UNIPRESS.html>
Тел./факс (8142) 78-15-40
nvpahomova@yandex.ru