

Ковалев Александр Михайлович

канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0001-8077-4716

e-mail: amkhome66@yandex.ru

Афанасьева Ольга Анатольевна

канд. экон. наук, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0003-1307-7069

e-mail: oahome@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ НА МНОГОУРОВНЕВОМ ИНТЕГРИРОВАННОМ ПРЕДПРИЯТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМАТИВОВ ДВИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)

Аннотация. Рассмотрено виртуальное предприятие, обеспечивающее различные стадии производства сложных машиностроительных изделий сетью взаимодействующих организаций. Отмечено несовершенство системы управления производством в рамках виртуального предприятия данного типа и предложено совершенствовать ее с помощью нетрадиционного применения нормативов движения производства, распространив это понятие на виртуальное предприятие в целом. Приведен состав как традиционных, так и нетрадиционных нормативов движения производства, которые должны формироваться в информационных системах организаций, образующих виртуальное предприятие. Рассмотрен порядок формирования нормативов движения производства в указанных информационных системах и порядок их использования для управления серийным производством. Сформулированы рекомендации по методам расчета нетрадиционных нормативов движения производства. Указаны основные проекты, обуславливающие практическую реализацию предложений по нетрадиционному применению нормативов движения производства.

Ключевые слова: многоуровневые интегрированные предприятия, организационно-технологическая сеть, виртуальная информационная система, управление производством, нетрадиционное использование нормативов движения производства, уровни организационно-экономического моделирования, порядок и методы расчета нормативов движения производства, авиационная промышленность

Для цитирования: Ковалев А.М., Афанасьева О.А. Управление высокотехнологичным производством на многоуровневом интегрированном предприятии с использованием нормативов движения производства (на примере авиационной промышленности)//Вестник университета. 2021. № 7. С. 113–123.

Alexsandr M. Kovalev

Cand. Sci. (Econ.), Moscow aviation institute (national research university), Moscow, Russia

ORCID: 0000-0001-8077-4716

e-mail: amkhome66@yandex.ru

Olga A. Afanasieva

Cand. Sci. (Econ.), Moscow aviation institute (national research university), Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-1307-7069

e-mail: oahome@mail.ru

MANAGEMENT OF HIGH-TECH PRODUCTION AT A MULTI-LEVEL INTEGRATED ENTERPRISE USING PRODUCTION FLOW STANDARDS (ON THE EXAMPLE OF THE AVIATION INDUSTRY)

Abstract. A virtual enterprise providing various stages of production of complex machine-building products by a network of interacting organizations is considered. The imperfection of the production management system within the framework of a virtual enterprise of this type is noted and it is proposed to improve it with the help of non-traditional application of production flow standards (PFS), extending this concept to the virtual enterprise as a whole. The composition of production flow standards, both traditional and non-traditional, which should be formed in the information systems of organizations, forming a virtual enterprise, is given. The procedure for the formation of production flow standards in these information systems and the procedure for their use for managing serial production management are considered. Recommendations on methods for calculating non-traditional production flow standards are formulated. The main projects that determine the practical implementation of proposals for the non-traditional application of production flow standards are indicated.

Keywords: multi-level integrated enterprises, organizational and technological network, virtual information system, production management, non-traditional use of production flow standards, levels of organizational and economic modeling, procedure and methods for calculating of production flow standards, aviation industry

For citation: Kovalev A.M., Afanasieva O.A. (2021) Management of high-tech production at a multi-level integrated enterprise using production flow standards (on the example of the aviation industry). *Vestnik universiteta*, no. 7, pp. 113–123. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-7-113-123

© Ковалев А.М., Афанасьева О.А., 2021.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

© Kovalev A.M., Afanasieva O.A., 2021.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Введение

В связи с переходом к рыночным принципам управления экономикой, перестала работать административная система управления производством со стороны министерств и ведомств, в том числе в машиностроении, включая авиационную промышленность. При функционировании виртуальных интегрированных структур в рыночных условиях, когда появилась возможность принимать организационно-управленческие решения предприятиями самостоятельно, остается потребность в механизме, процедурах координации их производственной деятельности с целью обеспечения ритмичности совместного производства, сокращения простоев и достижения высокой эффективности их работы. В большей мере это относится к организациям, производящим материалы, детали и комплектующие изделия (далее – КИ) различных уровней узлового, а также конечную продукцию.

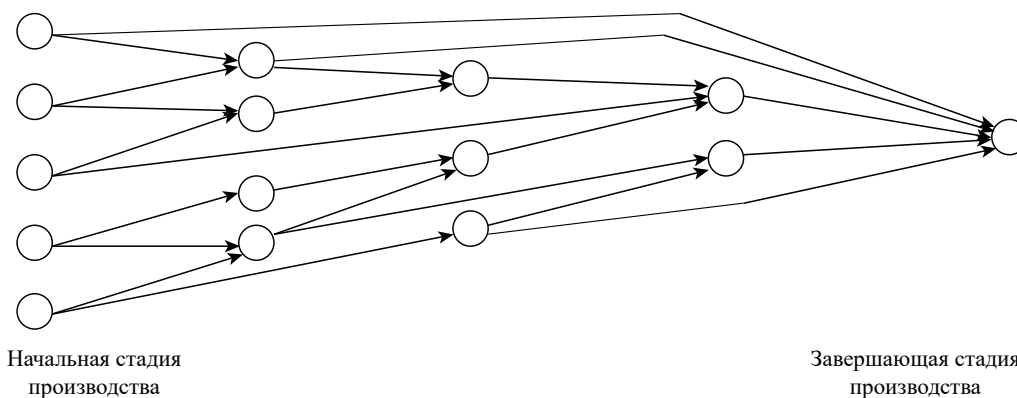
В настоящей статье предлагается осуществлять такую координацию в рамках многоуровневого интегрированного предприятия – частного случая виртуального предприятия на основе нетрадиционного применения нормативов движения производства (далее – НДП). Проводимое в статье исследование ориентировано на авиационную промышленность.

Многоуровневые интегрированные предприятия как разновидность межфирменных виртуальных структур

В своих работах, посвященных виртуальным организациям, О. А. Афанасьева, А. М. Ковалев отмечали, что одной из разновидностей межфирменных виртуальных структур являются многоуровневые интегрированные предприятия, поддержка формирования которых была бы полезна для авиационной промышленности и, добавим, для других отраслей оборонно-промышленного комплекса [1; 3]. Образование подобных виртуальных предприятий должно осуществляться на основе концепции поддержки жизненного цикла сложных изделий.

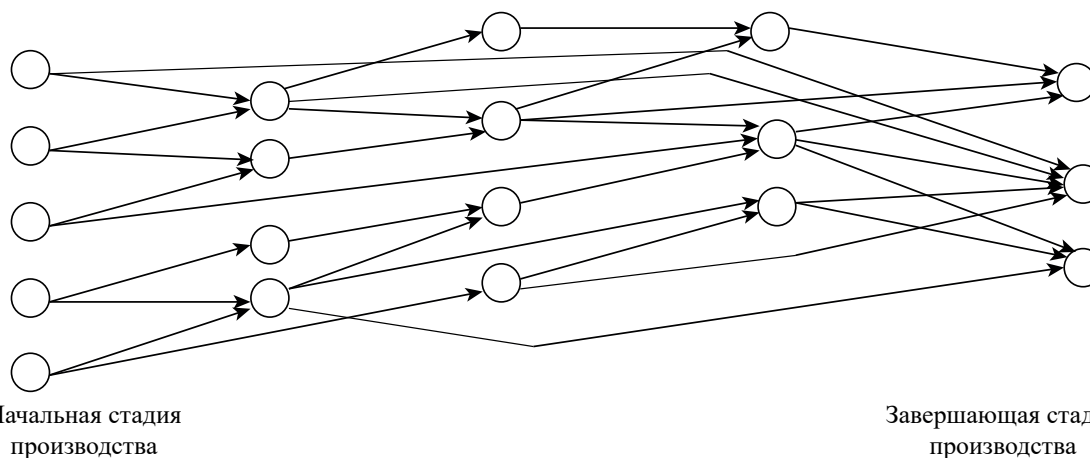
Многоуровневое интегрированное предприятие представляет собой организационно-технологическую сеть, обеспечивающую производственный процесс, который включает следующие стадии производства сложной машиностроительной продукции: производство материалов (заготовок, полуфабрикатов) → производство деталей → производство узлов → производство агрегатов → производство секций → окончательная сборка конечных изделий. Начиная с третьей стадии, речь идет о сборке конечного изделия на различных уровнях его узлового, что предопределило название виртуального предприятия данного типа. Узлами организационно-технологической сети являются организации машиностроения и, возможно, логистические организации, обеспечивающие движение материалов (заготовок, полуфабрикатов), деталей и КИ от одной от одной организационной единицы к другой. При этом на базе информационных и коммуникационных технологий (далее – ИКТ) обеспечивается обмен конструкторской, технологической и производственной информацией между организациями, включаемыми в виртуальное предприятие данного типа.

Масштаб многоуровневых интегрированных предприятий может быть различным. В наиболее простом случае они включают организационно-технологические сети по производству одного сложного конечного изделия с учетом его модификаций. Конечным узлом такой сети является организация, осуществляющая окончательную сборку изделия. В нее включаются также организации, производящие соответствующие секции, агрегаты, узлы, изготавливающие необходимые детали и материалы (заготовки, полуфабрикаты). Более масштабные интегрированные предприятия могут включать организационно-технологические сети по производству нескольких сложных конечных изделий, окончательная сборка которых осуществляется одной сборочной организацией. Наконец, при выделении виртуального интегрированного предприятия могут быть приняты во внимание организационно-технологические сети, обеспечивающие окончательную сборку сложных изделий на нескольких сборочных организациях, выпускающих однотипную продукцию. В этом случае речь, скорее, будет идти о «виртуальной подотрасли». В авиационной промышленности в качестве таких виртуальных подотраслей можно рассматривать самолето- и вертолетостроение, двигателестроение, производство летательных аппаратов иных типов и т. п. Возможная структура организационно-технологической сети проиллюстрирована на рисунках 1 и 2. Узлы сети обозначены кружками, материальные потоки объектов, создаваемых в сети, – стрелками.



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 1. Организационно-технологическая сеть по производству одного сложного конечного изделия



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 2. Организационно-технологическая сеть по производству нескольких сложных конечных изделий

Проблема управления производством в многоуровневых интегрированных предприятиях как наиболее слабое звено их функционирования

Методической, а в настоящее время уже и математической, и программной, основой формирования конструкторской и технологической информации и последующего ее обмена в многоуровневом интегрированном предприятии являются системы двух основных типов:

- система CALS-технологий (от англ. Continuous Acquisition and Life-Cycle Support – обеспечение непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла продукции). Широко применяемая в русскоязычной литературе аббревиатура «ИПИ-технологии» означает информационную поддержку жизненного цикла изделий;
- система PLM (от англ. Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукции) [1; 4].

Несмотря на сложность применяемых в данной области ИКТ, конструктивно-технологический аспект формирования виртуальных предприятий рассматриваемого типа в настоящее время достаточно успешно реализуется [9]. Что касается формирования и последующего обмена информацией, связанной с управлением производством, то здесь решены еще далеко не все вопросы. Это приводит к снижению эффективности функционирования многоуровневых интегрированных предприятий. Здесь надо подчеркнуть, что для авиационной промышленности, других отраслей оборонно-промышленного комплекса и машиностроения характерны сложная система специализации и кооперации производства, длительные производственные циклы изготовления сложных изделий в отдельных организациях и в масштабах многоуровневых интегрированных предприятий. Довольно распространенной является ситуация, когда в поэтапной сборке сложного конечного изделия

принимают участие семь-восемь организаций, что соответствует семи-восми уровням узлования, реализуемым в виртуальном предприятии.

Несовершенство системы управления производством в подобных условиях приводит зачастую к срывам сроков поставок заказчикам материалов, деталей, КИ, применяемых для агрегатно-узловой сборки КИ на более высоком уровне узлования или непосредственно для сборки конечного изделия.

Решение выявленной проблемы на основе нетрадиционного применения нормативов движения производства. Основные литературные источники и состав нормативов

В настоящей статье предлагается решить выявленную проблему на основе формирования и применения в рассматриваемых виртуальных структурах НДП, которые имеют большое значение для управления производством и межфирменной производственной координации. Известно, что НДП используются в задачах календарного планирования производства в организациях промышленности, прежде всего машиностроения [10]. Такое применение НДП можно рассматривать как традиционное. При этом с самого начала речь шла о формировании и использовании НДП с применением ИКТ и информационных систем (далее – ИС). Нарботки в области применения ИКТ для формирования традиционных НДП осуществлялись еще в последней четверти прошлого века и уже воплотились в соответствующих блоках тиражных ИС, предназначенных для применения в организациях машиностроения [8]. Они находят также отражение и в современной научно-прикладной и учебной литературе [7].

Формирование и применение нетрадиционных НДП также должно осуществляться на базе ИКТ и ИС. При этом правомерно считать, что информационная поддержка управления производством в многоуровневом интегрированном предприятии осуществляется на основе его виртуальной интегрированной ИС, узлы которой соответствуют ИС организаций, включенных в состав многоуровневого предприятия. ИС организаций, осуществляющих сборку конечных изделий, следует рассматривать в качестве координирующих. В случае виртуальной подотрасли в качестве координирующей ИС может выступать ИС некоторого органа управления, в том числе государственного (министерства, агентства, управляющей компании государственной корпорации и т. п.).

Состав НДП, формируемых в виртуальной интегрированной ИС, представлен в таблице 1. Там же указаны узлы формирования и объекты использования НДП. Приведенный в таблице состав НДП базируется на применении системы планирования производства по опережениям, характерной для устоявшегося серийного производства в отраслях машиностроения, производящих сложную продукцию. Используемое в таблице понятие «комплектуемый объект» (далее – КО) может означать как КИ более высокого уровня узлования, так и конечное изделие виртуального предприятия.

Таблица 1

Нормативы движения серийного производства, формируемые в виртуальной интегрированной информационной системе многоуровневого интегрированного предприятия

Группы НДП	Состав НДП	Узел формирования	Объект использования
Внутрипроизводственные	Нормативы движения деталей и сборочных единиц (далее – ДСЕ) в пределах организации: размер партии и период повторяемости запуска в производство (или ритм запуска); производственный цикл в цехах и межцеховое ожидание; опережение запуска и выпуска в цехах по отношению к выпуску готового изделия предприятием	ИС всех организаций, включенных в многоуровневое интегрированное предприятие	Управление производством в организациях, включенных в организационно-технологическую сеть

Группы НДП	Состав НДП	Узел формирования	Объект использования
Общепроизводственные	<p>Традиционное использование НДП для управления производством в организации:</p> <p>размер партии выпуска комплектуемого объекта;</p> <p>период повторяемости (или ритм) выпуска комплектуемого объекта (КО);</p> <p>длительность производственного цикла изготовления КО.</p> <p>Нетрадиционное использование НДП для управления производством в виртуальном предприятии:</p> <p>размер партии вовлечения заготовок, деталей, КИ в производство в организации-потребителе;</p> <p>период повторяемости вовлечения заготовок, деталей, КИ в производство;</p> <p>опережение вовлечения заготовок, деталей, КИ в производство по отношению к выпуску КО</p>	ИС всех организаций, включенных в многоуровневое интегрированное предприятие	Управление производством в организациях, включенных в организационно-технологическую сеть, и в многоуровневом интегрированном предприятии в целом
Межпроизводственные	<p>Время ожидания вовлечения заготовок, деталей, КИ в производство у потребителя.</p> <p>Время ожидания транспортировки заготовок, деталей, КИ у изготовителя (или со склада специализированной логистической организации).</p> <p>Время ожидания заготовок, деталей, КИ на складе специализированной логистической организации.</p> <p>Интервал поставки партии заготовок, деталей, КИ.</p> <p>Размер транспортной партии заготовок, деталей, КИ.</p> <p>Время транспортировки партии заготовок, деталей, КИ (до потребителя или до склада специализированной логистической организации)</p>	ИС всех организаций, включенных в многоуровневое интегрированное предприятие, включая ИС специализированных логистических организаций	Управление производством в организациях, включенных в организационно-технологическую сеть, и в многоуровневом интегрированном предприятии в целом
Интегрированные	<p>Опережение выпуска заготовок, деталей, КИ изготовителем по отношению к выпуску КО любого уровня узла, в том числе:</p> <p>КО в следующей по маршруту организации;</p> <p>конечного изделия.</p> <p>Полный цикл изготовления конечного изделия в виртуальном предприятии</p>	Координирующие ИС	Управление производством в организациях, включенных в организационно-технологическую сеть, и в многоуровневом интегрированном предприятии в целом

Составлено авторами по материалам исследования

В рассмотренной таблице выделены четыре группы НДП. Классификационным признаком выделения данных групп НДП является уровень организационно-экономического моделирования процессов производства. Указанным группам НДП соответствуют следующие уровни моделирования:

– внутрипроизводственным НДП – уровень микромоделирования процессов производства в организации, при котором рассматриваются ее отдельные производственные звенья (участки, цехи, склады) и взаимодействие между ними. Внутрипроизводственные НДП являются традиционными;

– общепроизводственным НДП – уровень макромоделирования процессов производства в организации, при котором эта организация рассматривается как единый производственный организм. Часть общепроизводственных НДП относится к традиционным, а часть – к нетрадиционным, применяемым для управления производством в виртуальном предприятии. Это отмечено в таблице 1;

– межпроизводственным НДП – уровень моделирования материальных потоков между организациями, включенными в состав многоуровневого интегрированного предприятия. В сферу моделирования могут включаться специализированные логистические организации, оказывающие транспортные и складские услуги. Все НДП данной группы относятся к нетрадиционным;

– интегрированным НДП – уровень моделирования материальных взаимосвязей между всеми организациями, включенными в состав многоуровневого интегрированного предприятия, и поведения интегрированного предприятия как единого производственного организма. Все НДП данной группы также относятся к нетрадиционным.

Только внутрипроизводственные и частично общепроизводственные НДП регламентируют движение деталей и сборочных соединений (далее – ДСЕ) в пределах одной организации. Остальные нормативы осуществляют регламентацию движения заготовок, деталей, КИ в многоуровневом интегрированном предприятии.

Состав НДП может быть уточнен. В частности, нормативы, отражающие производственный цикл или его составные части, могут быть дополнены или заменены заделами. Например, опережению вовлечения КИ в производство по отношению к выпуску комплектующего объекта (далее – КО) соответствует задел вовлекаемых в производство КИ. Можно также предположить наличие технологических операций над заготовками, деталями и КИ по схеме аутсорсинга, осуществляемых в организациях промышленности, не включенных в состав виртуального предприятия. В связи с этим можно предусмотреть в качестве НДП время промежуточной обработки КИ в организациях вне виртуального предприятия.

Основные направления эффекта от нетрадиционного применения нормативов движения производства в виртуальном предприятии

Оставляя в стороне значение и эффект от применения традиционных НДП для управления производством в отдельных организациях, укажем основные возможности, которые дает нетрадиционное применение этих нормативов для управления производством в многоуровневом интегрированном предприятии [7; 8; 10].

1. На основе НДП может быть определена помесечная (поквартальная, годовая) производственная программа выпуска материалов, заготовок, деталей, КИ организациями, представляющими в рассматриваемой виртуальной структуре различные стадии производства и уровни узлового, скоординированная с производственной программой выпуска конечных изделий.

2. На основе НДП может быть составлен график поставок материалов, заготовок, деталей, КИ, согласованный с планом производства у изготовителя и потребностью в соответствующих материальных ресурсах у потребителя.

3. НДП могут использоваться для обеспечения своевременности заключения и обоснования показателей межфирменных договоров на поставку КИ в рамках многоуровневого предприятия.

4. НДП могут использоваться для анализа производственного цикла конечных изделий в многоуровневом предприятии, как по структуре, так и по величине. Результаты анализа могут использоваться для выработки мероприятий по сокращению производственного цикла.

5. Применение НДП и определение на их основе производственных программ выпуска материалов, заготовок, деталей, КИ несколько ослабляют влияние рыночной конъюнктуры на организации, которые их изготавливают. Однако следует сразу указать, что ослабление влияния рынка в данном случае ограничено: риск сокращения выпуска конечного изделия из-за изменения конъюнктуры или по другим причинам по-прежнему распространяется на всю организационно-технологическую сеть.

Особенность и порядок формирования и использования нормативов движения производства в виртуальном предприятии

Важной особенностью НДП является непосредственная зависимость их значений от годовых производственных программ выпуска изделий и их поквартального (помесячного) распределения. Эта особенность внутрипроизводственных и общепроизводственных НДП распространяется на все группы НДП в силу их взаимозависимости [7; 8]. В качестве исходных значений здесь рассматривается годовая (поквартальная, месячная) производственная программа выпуска конечных изделий виртуальным предприятием, а точнее, включенными в его состав организациями, осуществляющими их сборку. Производственные программы выпуска КИ, деталей и полуфабрикатов определяются на основе производственной программы конечных изделий именно с применением НДП, а также с использованием схемы узлования изделий в виртуальной организации.

Поскольку в современной экономике производственная программа выпуска продукции, равно как и ее номенклатура, имеют тенденцию к существенной динамике, возникает необходимость ежегодного расчета (корректировки) значений НДП, который представляет собой итеративный процесс, осуществляемый в ИС практически всех организаций, включенных в состав многоуровневого интегрированного предприятия, и связанный с достаточно интенсивным информационным обменом между ними. Отметим, что система формирования НДП всех групп тесно увязана с системой производственного планирования и управления и в определенном смысле является ее составной частью.

Рассмотрим порядок формирования и использования НДП для серийного производства в виртуальном предприятии рассматриваемого типа, учитывая отмеченные их особенности и следствия из них.

1. В координирующей ИС осуществляется формирование производственной программы выпуска конечных изделий и потребности в КИ для ее обеспечения в расчете на год, квартал, месяц. Сформированные показатели передаются в качестве ориентиров в ИС других организаций, включенных в виртуальное предприятие. Адресная передача информации обеспечивается схемой узлования.

2. В ИС организаций, соответствующих различным стадиям производства и уровням узлования, определяются предварительные значения внутрипроизводственных, общепроизводственных и межпроизводственных НДП. В целях сокращения вычислительных работ внутрипроизводственные НДП определяются не по всей номенклатуре ДСЕ, перемещающихся по технологическим маршрутам внутри организации, а только по поступающим извне полуфабрикатам, деталям, КИ, изготавливаемым другими организациями виртуального предприятия.

3. В координирующих ИС определяются величины интегрированных НДП. Принципиальное значение имеют опережения выпуска заготовок, деталей, КИ по отношению к выпуску конечного изделия многоуровневым интегрированным предприятием. На основе этих нормативов определяются более точные значения годовых (квартальных, месячных) производственных программ выпуска заготовок, деталей, КИ, которые в соответствии со схемой узлования в качестве рекомендаций направляются в ИС организаций их изготавливающих. Уточнение происходит за счет более точного учета временного смещения выпуска указанных объектов по отношению к выпуску конечного изделия в виртуальной организации.

4. Во всех ИС происходит расчет внутрипроизводственных НДП по всей номенклатуре ДСЕ. При этом можно допустить еще одну «итерацию уточнения» значений НДП, связанную с обменом информацией между узлами виртуальной интегрированной ИС.

Отметим, что в общем случае в виртуальной ИС и ее узлах будут находиться НДП двух поколений:

- поколение НДП для целей разработки годового (поквартального, месячного) плана серийного производства на следующий год;
- поколение НДП для целей оперативного квартально-месячного планирования и регулирования производства в текущем году.

Обратим также внимание на возможность прямого обмена нормативной информацией между организациями, производящими заготовки, детали, КИ и организациями их применяющими. Это делается в целях согласования партионности и периодичности выпуска КИ и партионности и периодичности вовлечения КИ в производство в следующей по маршруту организации и формирования согласованного графика поставок.

Методы расчета нетрадиционных нормативов движения производства

Предлагаемое в настоящей статье нетрадиционное применение НДП для управления производством на многоуровневом интегрированном предприятии предполагает определенную аналогию между виртуальным предприятием и организацией машиностроения. Партионное движение заготовок, деталей и КИ между организациями виртуального предприятия имеет определенное сходство с движением партии деталей и сборочных соединений по технологическим маршрутам, проходящим через цехи основного производства в организациях машиностроения. Из этой аналогии следует, что для формирования НДП в целях управления виртуальным предприятием рассматриваемого типа могут применяться экономико-математические методы и модели, аналогичные применяемым в организациях машиностроения по отношению к традиционным НДП [7; 8]. Исключение могут составлять нормативы, связанные с транспортировкой КИ, поскольку в организации в связи с близостью расположения цехов, транспортный фактор обычно во внимание не принимается. В этом случае, равно как и при определении времени ожидания транспортировки, вовлечения в производство и на складе, могут быть использованы закономерности, принятые в управлении логистикой [6].

Отметим, что нетрадиционные общепроизводственные НДП (см. табл. 1) определяются по тем же алгоритмам, что и внутрипроизводственные НДП и могут рассчитываться одновременно с ними. Для этого в составе конструктивно-технологических характеристик ДСЕ должен быть признак, позволяющий выделять полуфабрикаты, детали, КИ во входном потоке материалов, поступающих в данную организацию в целях обеспечения производственного процесса. В то же время такой норматив, как период повторяемости выпуска полуфабриката, детали, КИ в организации-изготовителе, должен быть скоординирован с периодом повторяемости вовлечения этих объектов в производство в организации-потребителе во всей организационно-технологической сети, осуществляющей производство сложного конечного изделия. С этой целью для обеспечения ритмичности работы организаций-смежников период повторяемости выпуска КИ у поставщика и период вовлечения КИ в производство у потребителя должны быть кратны между собой. Это означает, что частное от деления большего периода повторяемости на меньший должно быть целым числом, и наиболее желательным является равенство этих периодов.

Установление кратности облегчается, если в процессе нормативных расчетов в каждой организации используется единый нормативный ряд периодов повторяемости. Если период повторяемости выразить в календарных месяцах, то нормативный ряд может иметь следующий вид: «0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 6,0; 12,0».

Заметим, что в целях построения нормативного ряда использован методический прием, рекомендованный для внутрипроизводственных НДП [7; 8]. В связи с тем, что размеры партии выпуска (вовлечения в производство) полуфабрикатов, деталей, КИ соответствуют периодам повторяемости, при согласовании значений периодов повторяемости будет также обеспечено согласование размеров соответствующих размеров партий. Указанное согласование может быть закреплено в двухсторонних договорах между организациями на поставку продукции. Наибольшая эффективность от согласования периодов повторяемости и размеров партий выпуска и вовлечения в производство КИ характерна при прямых поставках. Согласование не является обязательным, если в процессе продвижения КИ между организациями промышленности предусмотрен склад специализированной логистической организации.

При формировании межпроизводственных НДП, регламентирующих транспортировку полуфабрикатов, деталей, КИ с предприятия-изготовителя на предприятие-потребитель (интервал поставки, размер транспортной партии), в том числе и через промежуточный склад, необходимо учитывать, как варианты использования названных объектов на предприятии-потребителе (для производства одного КО, для производства нескольких КО), так и возможность их поставки несколькими предприятиями-изготовителями.

Среди межпроизводственных НДП наибольшее значение имеет время транспортировки партии полуфабрикатов, деталей, КИ. Основные факторы, влияющие на время транспортировки – расстояние между поставщиком и потребителем, вид транспортных средств, количество и состав применяемых видов транспортных средств при одной перевозке, метеоусловия, качество управления транспортными перевозками и некоторые другие. Влияние этих факторов на время транспортировки неравномерно, степень влияния может быть различной. В этих условиях установление норматива времени транспортировки можно осуществлять

путем обработки статистического материала с применением метода адаптивного прогнозирования ряда времен транспортировки (квартальных, месячных) на базе метода экспоненциального сглаживания [5]. Эти методы позволяют учитывать изменяющиеся во времени условия транспортировки и выявлять тенденцию изменения времени транспортировки.

В составе межпроизводственных НДП время ожидания вовлечения полуфабрикатов, деталей, КИ в производство или ожидания их транспортировки определяется с учетом следующих составляющих:

- времени на хранение, которое обусловлено несовпадением интервала поставки и периода повторяемости выпуска изделия у поставщика или периода вовлечения в производство у потребителя;
- времени подготовительного, связанного с проведением различных подготовительных операций (смазка, упаковка/распаковка, оформление сопроводительных документов и т. п.);
- времени страхового, являющегося резервным временем для компенсации возможных перебоев в поставках.

Аналогичную структуру имеет время ожидания полуфабрикатов, деталей, КИ на складе специализированной логистической организации.

Интегрированные НДП представляют собой нормативы, получаемые суммированием отдельных составляющих по всем этапам движения полуфабрикатов, деталей, КИ в многоуровневом интегрированном предприятии. В качестве примера приведем формулу расчета опережения выпуска КИ поставщиком по отношению к выпуску КО в следующей по маршруту организации при наличии промежуточного склада:

$$T_{\text{ОПВЫП}_{s\gamma\alpha}} = T_{\text{ОЖТР}_{sj}} + T_{\text{ТР}_{sjv}} + T_{\text{ОЖСКЛ}_{sv}} + T_{\text{ТР}_{sv\alpha}} + T_{\text{ОЖВОВЛ}_{s\gamma\alpha}} + T_{\text{ОПВОВЛ}_{s\gamma\alpha}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{ОПВЫП}_{s\gamma\alpha}}$ – опережение выпуска КИ s изготовителем j по отношению к выпуску КО γ потребителем α ; $T_{\text{ОЖТР}_{sj}}$ – время ожидания транспортировки КИ s у изготовителя j ; $T_{\text{ТР}_{sjv}}$ – время транспортировки партии КИ s от изготовителя j на склад специализированной логистической организации v ; $T_{\text{ОЖСКЛ}_{sv}}$ – время ожидания КИ s на складе специализированной логистической организации v ; $T_{\text{ТР}_{sv\alpha}}$ – время транспортировки партии КИ s со склада специализированной логистической организации v к потребителю α ; $T_{\text{ОЖВОВЛ}_{s\gamma\alpha}}$ – опережение вовлечения КИ s в производство КО γ потребителем α по отношению к выпуску КО. Если все предыдущие составляющие рассматриваемого показателя относятся к группе межпроизводственных нормативов, то данная составляющая относится к нетрадиционным общепроизводственным НДП.

Основные проекты для практической реализации предложений по нетрадиционному применению нормативов движения производства

Практическое применение НДП в многоуровневом интегрированном предприятии, в том числе для формирования производственных программ, включенных в его состав организаций, потребует дальнейшего развития его виртуальной интегрированной ИС и ее узлов. Укажем основные направления этого развития.

1. В области программного обеспечения в узлы виртуальной интегрированной ИС необходимо поставить прикладные программы формирования НДП по единообразной методике. Там где это возможно, желательно воспользоваться уже разработанными тиражными модулями. В остальных случаях необходимо осуществить разработку прикладного программного обеспечения на заказ. При этом в качестве заказчика может выступить организация, обеспечивающая функционирование координирующей ИС виртуального предприятия. Современной альтернативой поставок и последующего релиза прикладного программного обеспечения непосредственно в ИС является применение «облачных» технологий на основе создания общественного облака прикладных программ (например, при координирующей ИС) по рассматриваемой тематике [2]. Сообщество удаленных потребителей этих программ будет представлено ИС организаций, включенных в состав многоуровневого интегрированного предприятия.

2. В области информационного обеспечения необходимо применить единые форматы сообщений для обмена данными между ИС, разработать и применить единую схему узлового конечного изделия в виртуальной организации, а также единый классификатор полуфабрикатов, деталей, КИ, изготавливаемых и применяемых организациями, включенными в состав многоуровневого интегрированного предприятия. Классификатор обязателен для применения всеми ИС виртуального предприятия. В качестве исполнителя или

заказчика проекта в области ИО может выступать организация, обеспечивающая функционирование координирующей ИС виртуального предприятия.

3. В области организационного обеспечения необходимо подготовить инструктивно-методические материалы, регламентирующие порядок выполнения расчетов непосредственной в ИС и межсистемный информационный обмен. Представляется целесообразным, чтобы эту работу выполнила непосредственно организация, обеспечивающая функционирование координирующей ИС виртуального предприятия;

4. В области правового обеспечения необходимо заключить специальное соглашение о формировании и применении НДП в рамках виртуального предприятия. Инициатором его заключения могла бы стать организация, осуществляющая сборку конечных изделий или специальный орган управления. Соглашение носит рамочный характер и не отменяет заключение между контрагентами договоров на поставку КИ, складского и транспортного обслуживания.

Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящей статье на концептуальном уровне раскрывается понятие многоуровневого интегрированного предприятия, представляющего собой межфирменную виртуальную структуру – виртуальное предприятие. Основное внимание сфокусировано на проблеме управления производством на виртуальном предприятии, которая во многом обусловлена многоуровневым характером организационно-технологической сети, обеспечивающей производство комплектующих изделий и узлов, и длительным производственным циклом объектов производства. Данную проблему предложено решить на основе нетрадиционного применения НДП, устанавливаемых не только для отдельных организаций, но и для виртуального предприятия в целом.

В статье предложен состав НДП для серийного производства, учитывающий особенности авиационной промышленности. Важным фактором эффекта от нетрадиционного применения НДП является возможность определения помесечной (поквартальной, годовой) производственной программы выпуска материалов, заготовок, деталей, КИ организациями в составе виртуального предприятия, скоординированной с производственной программой выпуска конечных изделий. Раскрывается достаточно сложный процесс формирования и использования НДП в виртуальном предприятии, и предлагаются методы расчета нетрадиционных НДП. При этом показано, что могут применяться экономико-математические методы и модели, аналогичные применяемым в организациях машиностроения по отношению к традиционным НДП, а также методы, принятые для управления транспортной и складской логистикой.

В статье сформулированы основные проекты для практической реализации предложений по нетрадиционному применению НДП, которые могут быть объединены в комплексный проект по формированию виртуального предприятия на предложенной методологической основе. В качестве перспективного направления продолжения исследований можно назвать также разработку концепции, а затем и проект по созданию так называемой виртуальной паутины, в которую, наряду с многоуровневым интегрированным предприятием будет входить виртуальная цепочка создания ценностей в сфере инноваций [1].

Библиографический список

1. Афанасьева, О. А., Ковалев, А. М. Выбор эффективных видов виртуальных организаций для авиационно-космической промышленности // Вестник университета. – 2018. – № 8. – С. 62–67. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-8-62-67>
2. Клашанов, Ф. К. Вычислительные системы и сети, облачные технологии: учебно-методическое пособие. – М.: МИСИ – МГСУ, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe (дата обращения: 18.05.2021).
3. Ковалев, А. М. Выделение базовых видов виртуальных предприятий // Тенденции развития науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 31 июля 2015 г. В 3 частях. Часть 1. – М.: АР-Консалт, 2015. – С. 136–146.
4. Колчин, А. С., Сумароков, С. В., Жабоев, Т. А. Как сделать успешным внедрение PLM // САПР и графика. – 2008. – № 5. – С. 125–128.
5. Косовцева, Т. Р., Беляев, В. В. Технологии обработки экономической информации. Адаптивные методы прогнозирования: учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 31 с.

6. Лавриков, И. Н., Пеньшин, Н. В. Транспортная логистика: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016 – 92 с.
7. Озернов, Р. С. Менеджмент производства на предприятиях: электронное учебное пособие. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Menedzhment-proizvodstva-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-po-progrvyssh-prof-obrazovaniya-po-napravleniu-080000-Ekonomika-i-upr-54140/1/Ozernov%20R.S.%20Менеджмент%20производства%20на%20предприятиях.pdf> (дата обращения: 18.05.2021).
8. Трошин, А. Н. Автоматизированная система оперативного управления производством на машиностроительном предприятии. – М.: Статистика, 1978. – 173 с.
9. Аэрокосмическая и оборонная промышленность // Siemens Digital Industries Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/industries/aerospace-defense/> (дата обращения: 18.05.2021).
10. Календарно-плановые расчеты и нормативы движения производства // Конспект экономиста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://konspekts.ru/menedzhment/proizvodstvennyj-menedzhment/kalendarно-planovye-raschety-i-normativy-dvizheniya-proizvodstva/> (дата обращения: 18.05.2021).

References

1. Afanasieva O. A., Kovalev A. M. The choice of effective types of virtual organizations for the aerospace industry, *Vestnik universiteta*, 2018, no. 8, pp. 62–67. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-8-62-67>
2. Klashanov F. K. *Computing systems and networks, cloud technologies: training and methodological manual*, Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, 2020. Available at: http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe (accessed 18.05.2021). (In Russian).
3. Kovalev A. M. Allocation of basic types of virtual enterprises, *Trends in the Development of Science and Education: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the International Scientific and Practical Conference*, on July 31, 2015, in 3 parts, Part I, Moscow, AR-Konsalt, 2015, pp. 136–146. (In Russian).
4. Kolchin A. S., Sumarokov S. V., Zhaboev T. A. How to make a successful PLM implementation, *SAPR i grafika*, 2008, no. 5, pp. 125–128. (In Russian).
5. Kosovtseva T. R., Belyaev V. V. *Technologies for processing economic information. Adaptive forecasting methods: tutorial*, St. Petersburg, ITMO University, 2016, 31 p. (In Russian).
6. Lavrikov I. N., Pen'shin N. V. *Transport logistics: textbook*, Tambov, Publishing house of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, 2016, 92 p. (In Russian).
7. Ozernov R. S. *Production management at mechanical engineering enterprises: electronic training manual*, Samara, Publishing house of the Samara State Aerospace University, 2013. Available at: <http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Menedzhment-proizvodstva-na-predpriyatiyah-mashinostroeniya-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-po-progrvyssh-prof-obrazovaniya-po-napravleniu-080000-Ekonomika-i-upr-54140/1/Ozernov%20R.S.%20Management%20production%20%20pdf> (accessed 18.05.2021). (In Russian).
8. Troshin A. N. *Automated system of operational management of production at a machine-building enterprise*, Moscow, Statistika, 1978, 173 p. (In Russian).
9. Aerospace and defense industry, *Siemens Digital Industries*. Available at: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/industries/aerospace-defense/> (accessed 18.05.2021).
10. Scheduled calculations and production flow standards, *Konspekt ekonomista*. Available at: <https://konspekts.ru/menedzhment/proizvodstvennyj-menedzhment/kalendarно-planovye-raschety-i-normativy-dvizheniya-proizvodstva/> (accessed 18.05.2021).