

П Р И К Л А Д Н А Я

ИНФОРМАТИК@

научно-практический
журнал

№ 2 (32) 2011

ISSN 1993-8314



СИНЕРГИЯ ПРИНТ

п р и к л а д н а я

ИНФОРМАТИК@



научно-практический
журнал

№ 2 (32) 2011

Март-апрель

ISSN 1993-8314

С 19 февраля 2010 года журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований.

Уважаемые коллеги!

В Московской финансово-промышленной академии (МФПА), имеющей непосредственное отношение к становлению и развитию журнала «Прикладная информатика», произошло значимое событие: на заседании Аккредитационной коллегии Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзора) было принято решение о присвоении МФПА статуса университета. На сегодняшний день благодаря постоянному динамичному развитию данный вуз представляет собой крупный учебно-методический и исследовательский центр, обладает высоким кадровым и научным потенциалом, хорошей материально-технической базой, активно участвует в разработке и реализации многих государственных и инновационных программ. В дальнейшем университетский статус будет способствовать активизации учебной и научно-исследовательской деятельности, а также расширению и укреплению международных образовательных и научных связей.

Как вице-президент МФПА хочу от всей души поздравить ректорат, Совет президента, профессорско-преподавательский состав, сотрудников и студентов Академии с этим знаменательным событием, а также пожелать президенту и ректору МФПА, чл.-корр. РАО, профессору Юрию Борисовичу Рубину, одновременно являющемуся сопредседателем Редакционного совета нашего журнала, новых достижений.

Редакционный совет «Прикладной информатики» желает успехов участникам VI Международного научного конгресса «Роль бизнеса в трансформации российского общества — 2011», который Московская финансово-промышленная академия проводит 18–22 апреля.

Главный редактор
А. А. Емельянов

IT-бизнес

Анализ экономических систем

А. Н. Порунов

Методика приведения ненормально распределенного ряда к нормальному распределению и оценка методической ошибки 3

IT-менеджмент

Управление эффективностью

О. А. Смирнов

Проблема создания программных комплексов управления эффективностью развития аэропортовой инфраструктуры 12

Е. С. Кондрашина, А. В. Кравченко, А. А. Старых

Проблемы решения задач планирования и учета в информационных системах предприятия 17

Управление проектами

Д. Ю. Волканов, Д. А. Зорин

Исследование применимости моделей оценки надежности для разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом 26

IT и образование

Подготовка финансовых специалистов

Н. Н. Иванов

Образовательный проект «Из рядовых — в главные» 33

В. А. Сухомлин

Об итогах реформы высшей школы (размышления российского профессора) 41

IT в государственных программах

Информатизация управления

О. О. Смирнова, С. М. Смирнова

Формирование информационной системы мониторинга региональных рынков продуктов питания 49

Охрана культурного наследия

А. В. Усачев, М. В. Румянцев, Р. А. Барышев

Концепция информационной системы «Актуализация историко-культурного наследия» 55

Инструментальные средства

Модели и алгоритмы

Е. А. Малиновская, Р. А. Рыскаленко

Разработка экспертной системы для решения проблем природопользования 69

Simulation

Теория и практика

С. А. Сорокин

Моделирование конкуренции поставщиков в пределах локального рынка одного товара (услуги) 81

Лаборатория

Системы поддержки принятия решений

К. С. Жижин

О случаях непреднамеренных искажений при использовании IT в анализе эмпирических данных 97

Испытание технологий

В. Г. Прокошев, М. М. Рожков, П. Ю. Шамин, А. С. Голубев

Построение подпространств атрибутов на базе одного эталона для обеспечения устойчивости работы в перспективных системах автоматического распознавания лиц 100

Исследование процессов и систем

Р. В. Гребенников

Гибридная модель поведения толпы 108

Экспертные системы

Д. А. Семёнов

Алгоритмы изменения мнений участников в модели структурированного экспертного обсуждения 117

Сведения об авторах 127

Аннотированный список статей 130

Правила оформления рукописей 138

Редакционная коллегия

Главный редактор

Емельянов А. А., докт. экон. н., проф., вице-президент МФПА, зав. кафедрой Математических и инструментальных методов экономики

Заместители главного редактора

Власова Е. А., ведущий специалист Открытого технологического института

Харитонов С. В., канд. экон. н., доцент МФПА

Редакционный совет

Амбросов Н. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информатики и кибернетики БГУЭФ (Иркутск)

Бендиков М. А., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Инновационного управления и моделирования МФПА, ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН

Бугорский В. Н., канд. экон. н., проф. СПбГИЭУ (ИНЖЭКОН)

Волкова В. Н., докт. экон. н., проф. СПбГПУ

Диго С. М., канд. экон. н., проф., Компания «1С», отв. за работу с Авторизованными учебными центрами и Образовательными учреждениями

Дик В. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационного менеджмента и электронной коммерции МФПА

Дли М. И., докт. техн. н., проф. филиала МЭИ (ТУ) в Смоленске, зав. кафедрой Менеджмента и информационных технологий в экономике

Звонова А. Н., канд. экон. н., директор издательства «Финансы и статистика»

Козлов В. Н., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Системного анализа и управления СПбГПУ

Коршунов С. В., канд. техн. н., проф., проректор МГТУ им. Н. Э. Баумана

Мешалкин В. П., сопредседатель, докт. техн. н., проф., чл.-корр. РАН, директор

Института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, зав.

кафедрой Логистики и экономической информатики РХТУ им. Д. И. Менделеева

Мэйпл Карстен, Ph. D., проф., глава Департамента Прикладных вычислений

Бэдфордширского университета (Великобритания)

Потемкин А. И., докт. техн. н., проф. РГУТиС

Росс Г. В., докт. экон. н., докт. техн. н., проф., заместитель директора

ВНИИ ПВТИ

Рубин Ю. Б., сопредседатель, докт. экон. н., проф., чл.-корр. РАО, ректор МФПА

Салмин С. П., докт. экон. н., проф. МФПА

Саркисов П. Д., докт. техн. н., академик РАН, президент РХТУ

им. Д. И. Менделеева

Сухомлин В. А., докт. техн. н., проф., директор Центра IT-образования МГУ

им. М. В. Ломоносова

Халин В. Г., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных систем

в экономике СПбГУ

Хубаев Г. Н., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Экономической

информатики и автоматизации управления РГЭУ (РИНХ, Ростов)

Чистов Д. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных

технологий Финансового университета при Правительстве РФ

Шорилов А. Ф., докт. физ.-мат. н., проф., зав. кафедрой Информационных

систем в экономике УрГЭУ (Екатеринбург)

А. Н. Порунов, канд. экон. наук, лаборатория стратегических исследований и операционного проектирования при Самарском государственном техническом университете

Методика приведения ненормально распределенного ряда к нормальному распределению и оценка методической ошибки

В статье рассматриваются методика реализации в среде Mathcad ненормально распределенного макроэкономического ряда к нормальному на основе преобразования Бокса–Кокса и возникающие при этом ошибки в оценке «нормальности» распределения.

Введение

В большинстве случаев экономисту-аналитику придется иметь дело со статистическими данными, которые по тем или иным причинам не проходят тест на нормальность. В этой ситуации есть два выхода: либо обратиться к непараметрическим методам, что весьма проблематично для экономиста, поскольку требует особой математической подготовки, либо воспользоваться специальными методами, позволяющими преобразовать исходную «ненормальную статистику» в «нормальную», что само по себе также непросто.

Широко распространено мнение, что если данных много (например, $n > 100$) или исследуются переменные, значения которых определяются бесконечным числом независимых факторов, то не имеет смысла использовать непараметрические статистики, и в этой ситуации лучше обратиться к методам трансформации ненормально распределенных данных в нормально распределенные. Среди множества таких методов преобразований одним из лучших (при неизвестном типе распределения) считается Бокса–Кокса преобразование.

Авторы этого преобразования — известные статистики Джордж Эдвард Пелхэм Бокс (George Edward Pelham Box), профессор Висконсинского университета в г. Мэдисон (США), и Дэвид Роксби Кокс (Sir David

Roxbee Cox), профессор колледжа Бирбека Лондонского университета. Впервые суть предлагаемого метода была изложена ими в 1964 г. в журнале Королевского статистического общества (GB) [1]. Практические аспекты Бокса–Кокса (БК) преобразования на сегодняшний день достаточно подробно изложены в специальной англоязычной литературе [2–6], чего нельзя сказать об отечественной. Рассмотрим, насколько «всемогуще» БК преобразование в борьбе с «ненормально» распределенным макроэкономическим рядом и какие иллюзии могут возникнуть у исследователя-экономиста в зависимости от степени его «статистической испорченности» при оценке согласия функций эмпирического и теоретического распределений.

Бокса–Кокса преобразование

Пусть некоторая совокупность X представлена вектором непрерывных данных x_i , $i \in 1, \dots, N$. Бокса–Кокса (БК) преобразование определяется следующим образом:

$$x(\lambda) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln(x), & \lambda = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Выражение (1) — это универсальное параметрическое семейство преобразований, которое экономисты часто используют в ал-

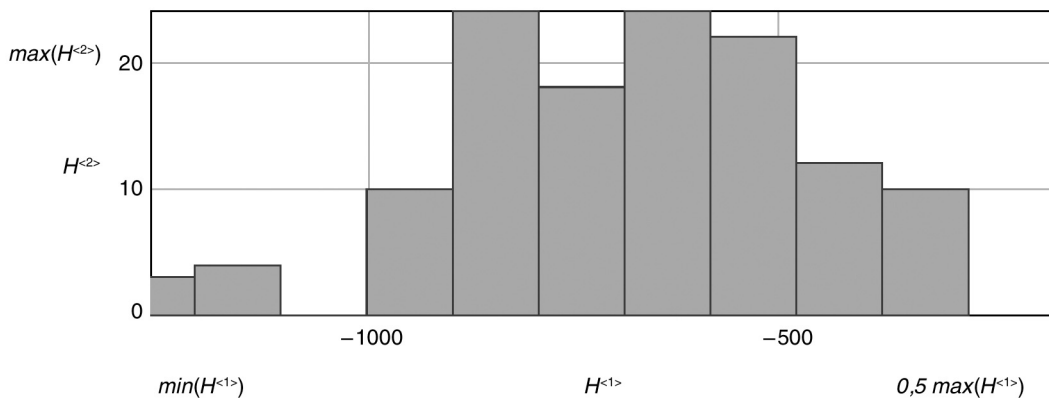


Рис. 3. Гистограмма распределения ряда остатков

Как видно из гистограммы на рис. 3, характер распределения ряда остатков далек от нормального. Как показывает практика, может оказаться, «... что преобразование квадратного корня еще слабое (не поджимает справа «хвост» распределения), а логарифмическое — уже слишком сильное («хвостик» появляется слева). Раньше пришлось бы выбирать из этих двух, но преобразование Бокса–Кокса в данном случае (λ между 0 и 0,5) найдет промежуточное решение. Поэтому, если истинное нормализующее преобразование неизвестно, преобразование Бокса–Кокса считается лучшим» [7].

Поскольку БК преобразование применяется только к положительным уровням ряда, выберем величину смещения так, чтобы $(\Delta R + \text{смещение}) > 0$ при любых значениях ряда остатков ΔR . Примем величину смещения несколько большей (для наглядности — на 20%) минимального значения в ряду остатков ΔR : $\text{смещение} = 1,2 \cdot \min(\Delta R)$.

Тогда новый ряд остатков ΔRg с учетом смещения будет равен:

$$\Delta Rg = \Delta R - 1,2 \cdot \min(\Delta R),$$

где $\min(\Delta R)$ — функция, возвращающая наименьшее из значений ΔR .

Пусть показатель степени изменяется в пределах $\lambda = -1, -1+0,1 \dots 1,5$ с шагом 0,1, тогда логарифмическую функцию правдо-

подобия $FP(\Delta Rg, \lambda)$ можно определить следующим образом:

$$FP(\Delta Rg, \lambda) = \frac{-N}{2} \cdot \ln \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left[\frac{(\Delta Rg_i)^\lambda - 1}{\lambda} - \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{(\Delta Rg_i)^\lambda - 1}{\lambda} \right]^2}{N} \right] + (\lambda - 1) \cdot \sum_{i=1}^N \ln(\Delta Rg_i).$$

Для того чтобы найти оптимальное значение λ_{opt} , итеративно подставляем значения λ , при которых логарифмическая функция правдоподобия $FP(\Delta R, \lambda)$ достигает максимума. Ориентируясь по графику логарифмической функции правдоподобия (рис. 4), выберем «вилку» из значений:

$$\begin{aligned} FP(\Delta Rg, 1,48) &= -682,903; \\ FP(\Delta Rg, 1,49) &= -682,902; \\ FP(\Delta Rg, 1,50) &= -682,903. \end{aligned}$$

Промежуточное значение $FP(\Delta R, 1,49)$ соответствует максимуму функции $FP(\Delta R, \lambda)$, т. е. в данном случае $\lambda_{opt} = 1,49$.

Тогда преобразованный ряд остатков BC будет определяться по формуле:

$$BC = \frac{\Delta Rg^{1,49} - 1}{1,49}.$$

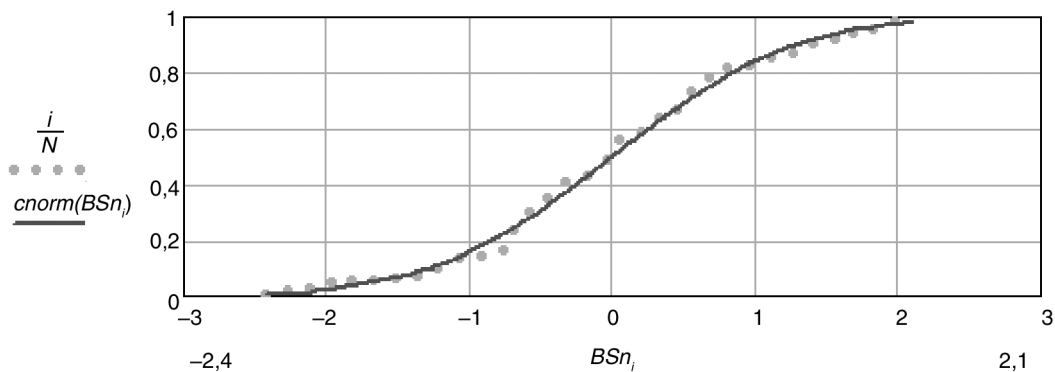


Рис. 6. Графики эмпирической и теоретической функций распределения

быв» о критериях согласия⁴, оценим ряд остатков на нормальность распределения на основе показателей эксцесса и асимметрии.

Коэффициент асимметрии:

$$skew(BC) = -0,0334,$$

где $skew(BC)$ — функция, возвращающая асимметрию элементов BC .

Коэффициент эксцесса:

$$kurt(BC) = -0,01163,$$

где $kurt(BC)$ — функция, возвращающая асимметрию элементов BC .

Рассчитаем вспомогательные величины σA и σE :

$$\sigma A = \sqrt{\frac{6 \cdot (N - 2)}{(N + 1) \cdot (N + 3)}} = 0,2123;$$

$$\sigma E = \sqrt{\frac{24 \cdot N \cdot (N - 2) \cdot (N - 3)}{(N + 1)^2 \cdot (N + 3) \cdot (N + 5)}} = 0,4099.$$

Для ряда с распределением, близким к нормальному, должны выполняться следующие условия:

⁴ Такой и аналогичные примеры «забывчивости» в последние годы нередки в кандидатских (и не только) диссертациях, подробнее об этом см. на сайте: <http://www.biometrika.tomsk.ru/konf/index2.htm>.

$$|skew(BC)| = 0,0334 < 1,5 \cdot \sigma \cdot A = 0,3185$$

$$\text{и } \left| kurt(BC) - \frac{6}{N + 1} \right| = 0,16 < 1,5 \cdot \sigma \cdot E = 0,6149.$$

В данном случае условия выполняются.

Продолжим проверку. С этой целью проведем очень популярный сегодня у экономистов визуальный анализ нормальности. Стандартизируем сортированный ранее ряд остатков BS , предполагая, что справедлива гипотеза о нормальности ряда:

$$BSn = \frac{BS - mean(BS)}{Stdev(BS)}.$$

Построим эмпирическую функцию распределения $\frac{i}{N}$ и сравним ее с теоретическим распределением (рис. 6), используя встроенную mathcad-функцию $cnorm(BSn)$. Эта функция возвращает кумулятивное распределение вероятностей со средним, равным 0, и дисперсией, равной 1.

На графиках рис. 6 видна близость кривых распределения $\frac{i}{N}$ и $cnorm(BSn)$. На основе mathcad-функции $qnorm(F, \mu, \sigma)$, возвращающей обратное кумулятивное нормальное распределение ряда F с заданными средним μ и среднеквадратическим отклонением σ , построим еще один график зависимости $BSn(Nr_i)$, (рис. 7). Пред-

*О. А. Смирнов, канд. физ.-мат. наук,
доцент МФПА, г. Москва*

Проблема создания программных комплексов управления эффективностью развития аэропортовой инфраструктуры

Статья посвящена развитию программных комплексов управления смежными логистическими потоками, основанными на расчетных алгоритмах элементов теории массового обслуживания в области управления аэропортовой инфраструктурой. Автором предлагаются критерии эффективности формируемых программных комплексов.

Введение

При создании, развитии и модернизации крупных технологических комплексов часто сталкиваются с проблемой отсутствия эффективной координации между основными технологическими звеньями. Функциональная составляющая порой остается в тени конструктивных решений, в процессе эксплуатации показывающих свою частичную или полную несостоятельность.

Практика управления крупными структурными объектами, функционирование которых непосредственно связано с управлением смежными логистическими потоками, свидетельствует, что отладка логистических схем для каждого потока в отдельности и их последующая синхронизация в единое целое играют определяющую роль в функционировании всей системы. Примером для рассмотрения в данной статье будет выступать международный аэропорт «Шереметьево» (ОАЛ «МАШ»).

На сегодняшний день основными или базовыми системами управления являются технологические решения, применяемые для обеспечения безопасности полетов. Между тем наиболее эффективным методом по созданию комплексной системы управления должен выступать подход, основан-

ный на управлении различными потоками, в частности, материальными, финансовыми, информационными и др.

Факторы, определяющие развитие информационных систем управления деятельностью аэропортовой инфраструктуры

При управлении аэропортовой инфраструктурой наиболее значимыми являются факторы государственного регулирования и развития авиационных перевозок. Отсутствие комплексного развития отражается на возможностях аэропортов применять комплексные программные средства для управления эффективностью деятельности. Так, например, на решение о строительстве третьего терминала Шереметьево повлияли стратегические цели компании «Аэрофлот». В настоящее время, согласно годовому отчету компании, фактически все рейсы, осуществляемые ею как самостоятельно, так и по код-шеринговым соглашениям, переведены на данный терминал. Между тем применение информационных систем по управлению смежными потоками позволило бы эффективно использовать имеющуюся инфраструктуру первого и второго терминалов.

По статистике ОАО «МАШ», аэропорты Домодедово и Внуково являются крупней-

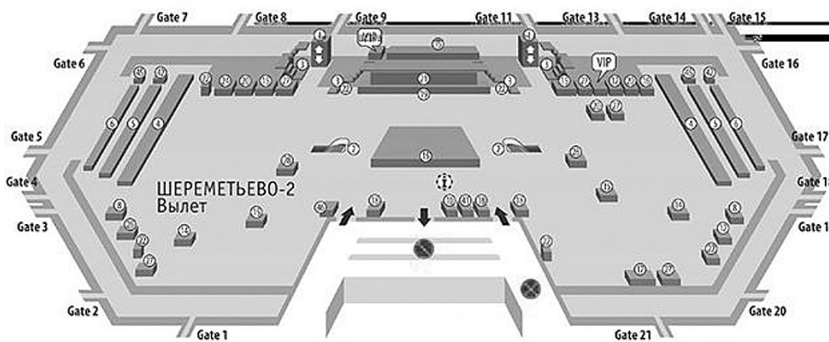


Рис. 3. Схема зала вылета терминала Шереметьево-2

руются оптимальным поведением пассажиров. Тогда пропускную способность, среднее число занятых каналов обслуживания и абсолютную пропускную способность можно вычислить по формулам Эрланга:

$$Q = 1 - \frac{\alpha^n}{n!} \cdot p_0 \text{ — относительная пропускная способность;} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} \text{ — приведенная интенсивность потока;}$$

λ — интенсивность потока;

μ — интенсивность потока обслуживания или величина, обратная времени обслуживания одного пассажира;

$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{n! \left(1 - \frac{\alpha}{n}\right)} \right]^{-1} \text{ — предельная вероятность состояния системы;} \quad (2)$$

n — количество каналов обслуживания;

$$\langle N_0 \rangle = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \alpha^k p_0 \text{ — среднее число свободных от обслуживания каналов;} \quad (3)$$

$$K_{пр} = \frac{\langle N_0 \rangle}{n} \text{ — коэффициент простоя каналов;} \quad (4)$$

$\langle N_3 \rangle = n - N_0$ — среднее число каналов, занятых обслуживаем;

$A = \lambda \cdot Q$ — абсолютная пропускная способность;

$\bar{k} = \frac{A}{\mu}$ — среднее число занятых каналов обслуживания.

Рассчитаем максимальную интенсивность потока пассажиров:

$$\lambda = 2100 / 60 = 35 \text{ пас./мин.};$$

$$A \cong \lambda = 35 \text{ пас./мин.}$$

Интенсивность потока обслуживания $\mu \approx 3$, следовательно, среднее количество занятых каналов составляет $\bar{k} = A / \mu = 11 + 12$, это значение соответствует числу занятых каналов, рассчитанных по более точным соотношениям, приведенным выше:

$$\langle N_3 \rangle = n - \langle N_0 \rangle \approx 21 - 10 = 11.$$

Значение коэффициента простоя каналов равно:

$$K_{пр} = \frac{\langle N_0 \rangle}{n} = \frac{10}{21} \approx 0,48 \text{ или почти половина}$$

на всех каналов обслуживания при максимальной загрузке системы остается невостребованной.

Таким образом, информационная система, основанная на методах математической обработки данных с помощью алгоритма теории массового обслуживания, указала на неиспользуемые или избыточные мощности. Разработка функциональной схемы должна предшествовать многим мероприятиям по модернизации аэропортовой инфраструктуры, поскольку должна обладать максимальной гибкостью и способностью адаптироваться к изменению условий при осуществлении текущей деятельности. В частности, к изменению структуры обслуживаемых авиакомпаний и подходов по их государственному регулированию.

*Е. С. Кондрашина, магистрант
Новосибирского государственного технического университета*

*А. В. Кравченко, канд. техн. наук
Новосибирского государственного технического университета*

*А. А. Старых, аспирант
Новосибирского государственного технического университета*

Проблемы решения задач планирования и учета в информационных системах предприятия¹

В статье рассматриваются особенности решений задач планирования и учета производства изделий, основанных на сложных технологических процессах. Приведена модель планирования производства, исходя из выделенных особенностей. Исследованы общие закономерности построения систем оперативного учета. Сформулированы выводы по направлениям совершенствования информационных систем.

Введение

В настоящее время основной инструмент решения задач управления на предприятиях — их решение в рамках информационных систем. Как правило, сами информационные системы предприятий разрабатываются на базе типовых решений. В этом случае стандартной является ситуация, когда при решении задач планирования производства не всегда учитываются все особенности конкретного предприятия. Такая ситуация складывается из-за того, что решение задач проводится на базе корпоративных информационных систем (КИС), которые в силу шаблонности не предназначены для решения нетиповых задач. Учет особенностей конкретного предприятия при разработке информационной системы возможен в двух вариантах:¹

1) постепенное усложнение функционального наполнения КИС нетиповыми элементами;

2) индивидуальная доработка системы под особенности предприятия. Наиболее существенные особенности, на наш взгляд, заключаются в специфике технологии производства и идеологии организации системы оперативного учета как элемента общей системы управления.

В технологии принято выделять технологический процесс (ТП) и технологическую операцию. *Технологический процесс* — это последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

В свою очередь *технологическая операция* рассматривается как часть технологического процесса, выполняемого непрерывно на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями, одним или несколькими рабочими.

Как правило, различают непрерывные и дискретные ТП. К *непрерывным ТП* прежде всего относится производство, связанное с переработкой жидкого и газообразного сырья, а также их транспортировкой (нефте- и газодобыча и дальнейшая переработка).

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 09-02-00093а/1.

схем, резисторов, элементов питания и т. д., а также те, которые связаны с возможностью повторного использования бракованных изделий в качестве сырья для новых изделий, например, производство электродов для электропечей или с производством пищевых продуктов (мясных изделий, переработкой зерновых культур).

На это указывают данные составленной по результатам исследования табл. 1. В ней проведено некое соответствие между определенными видами деятельности и рассмотренными выше особенностями.

Таким образом, представленные особенности в целом характерны для любых производств и оказывают существенное влияние на решение прежде всего основных задач планирования и учета, таких как:

- 1) формирование производственной программы предприятия на некоторый временной период (чаще всего на год, квартал, месяц);
- 2) планирование запуска партии;
- 3) планирование запуска операции;
- 4) оперативный учет.

Постановка задач планирования и учета. Модели и методы решения

Очевидно, что при решении любой из задач планирования, представленных ранее, в первую очередь необходимо решить задачу, суть которой сводится к установлению характера и вида взаимосвязи между объемом запуска и объемом выпуска годных изделий. В общем случае возможны две постановки задачи:

1. Определение объема запуска изделий при заданном выпуске. Такая задача может быть отнесена к задачам объемного планирования и соответствует задаче 1, рассмотренной выше.

2. Определение количества годных изделий на выходе и количества технологических потерь при запуске определенной партии. Эта задача соответствует задачам 2 и 3.

Установление взаимосвязи возможно следующими методами:

1. Использование аппарата теории вероятностей и математической статистики для определения вероятностных характеристик как отдельных операций, так и ТП в целом, а также построение на основе полученных результатов имитационной и/или аналитической модели.

2. Рассмотрение каждого запуска партии изделий как элемента временного ряда.

Изучим более подробно модели планирования производства с учетом особенностей технологического процесса. Указанные выше особенности существенно влияют на решение задач планирования, начиная с задач перспективного планирования и заканчивая решением задач оперативного планирования. В таких случаях ТП имеет, как правило, три вида операций:

1) тип А — возможны три исхода выполнения операции: 1 — выход изделия, соответствующего запускаемому; 2 — выход годных с характеристиками, отличными от характеристик запускаемого изделия; 3 — выход бракованных изделий;

2) тип Б — возможны два исхода — 1-й и 3-й;

Таблица 1

Соотношение видов деятельности и технологий

Виды деятельности	Особенности					
	1	2	3	4	5	6
Производство электродов	×	×	×	×		×
Производство электронных изделий (микросхемы, конденсаторы)	×	×	×	×	×	×
Переработка сельскохозяйственной продукции (мясо-молочной)	×	×	×	×	×	×