

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

И.С. Иванчук<sup>1,\*</sup>, аспирант, А.В. Костров<sup>2</sup>, профессор,  
М.А. Кострова<sup>3</sup>, директор центра, В.Ф. Корнюшко<sup>1</sup>, заведующий кафедрой

<sup>1</sup>кафедра Информационных технологий МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия

<sup>2</sup>кафедра Информационных систем и информационного менеджмента,  
Владимирский государственный университет, Владимир, 600000 Россия

<sup>3</sup>Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова,  
Нижний Новгород, 603155 Россия

\*Автор для переписки, e-mail: ivanchukivan@mail.ru

**Р**ассмотрены условия снабжения лекарственными средствами. На основе ABC/VEI-анализа, предложена экономико-статистическая методика определения потребности в лекарственных средствах крупного лечебного учреждения. Предлагается использовать гибридные системы прогнозирования, основанные на совместном использовании методов фильтрации и нейронных сетей. Выявлены условия осуществления (s, Q)-политики по времени и объему заказа.

**Ключевые слова:** информационная поддержка, поставки, управление запасами.

### Введение

Главной целью государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» на 2013–2020 годы» (утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 3 ноября 2012 г. № 2057-р) является создание инновационной российской фармацевтической и медицинской промышленности мирового уровня. К 2020 году отрасль должна качественно измениться. По прогнозам, доля продукции российских фармацевтических компаний на рынке должна возрасти с 14 до 50%. К настоящему времени отечественная фармацевтическая промышленность включает около 350 промышленных предприятий, обладающих лицензиями на фармацевтическую деятельность. Общий объем производства лекарственных средств (ЛС) в стране в 2011 году превысил 140 млрд. руб. Свыше 90% объема производства пришлось на долю 93 крупнейших фармацевтических предприятий, 78 из которых являются корпорациями. Из 25 крупнейших российских фармпроизводителей 22 являются корпорациями, входящими в состав интегрированных корпораций (в том числе международных).

В целях обеспечения комплексного подхода к решению проблем фармацевтической промышленности необходимо развивать новые механизмы управления отраслями, кластерами и предприятиями.

Одной из наиболее эффективных форм управления при этом является создание логистических систем снабжения населения ЛС. В общем случае логистическая система охватывает движение материальных, финансовых и информационных потоков в пространстве и во времени от производителя до конечного пользователя. С точки зрения потребителя логистика позволяет в несколько раз ускорить

прохождение продукта от производителя к потребителю. По этому пути продукция проходит через ряд связанных между собой логистических цепочек. Эти цепочки имеют собственные наименования: производственная, закупочная, транспортная, распределительная (дистрибьютерная) логистика и т.д. Важно, что их совокупность представляет собой именно логистическую систему, а не некую аддитивную совокупность решений отдельных логистических задач, поскольку все логистические цепочки связаны единими материальными, финансовыми и информационными потоками, и управление ими осуществляется на основе функциональности взаимосвязанных критериев управления.

### Общая характеристика условий поставки

Эффективность работы логистической системы может быть оценена в первом приближении с применением критериев, определяющих сущность логистики как системы: доставить нужный продукт в требуемом количестве нужного качества в заданное место для конкретного потребителя с наименьшими затратами. Естественно предположить, что при построении логистической системы из всех предложенных критериев в качестве главного целесообразно выбрать минимизацию суммарных затрат по всем звеньям логистической системы, а остальные критерии использовать в качестве ограничений. Если материальный поток в логистической системе является однонаправленным – от производителя к потребителю, то информационный поток при этом состоит из двух составляющих: один сопровождает материальный поток от производителя к потребителю, а второй направлен встречно – от потребителя к производителю. В данной статье рассмотрены задачи, входящие в закупочную логистику, прежде

всего, информационная поддержка организации заказа медицинской продукции со стороны организаций-потребителей. Это две основные задачи: расчет заказа и организация закупок.

Условия решения задачи расчета заказа лекарственной продукции зависит от типа организаций-заказчиков: оптовые посредники, розничные посредники, непосредственно лечебные учреждения и т.д.

В качестве примера здесь рассматриваются особенности расчета заказа для крупного *лечебного учреждения* (ЛУ). Основной фактором, осложняющим решение логистической задачи, является неопределенность потребностей ЛУ в ЛС. Эта неопределенность вытекает из особенностей лечебного процесса. Действительно, в силу особенностей организмов конкретных пациентов и характера их заболеваний им могут назначаться различные препараты, причем иногда одни и те же препараты, но в несколько отличающихся дозировках и в разных сочетаниях. Как следствие, номенклатура ЛС чрезвычайно широка, может быть, даже необозрима. Дополнительными усложняющими факторами является также то, что многие ЛС имеют жестко ограниченный срок годности, некоторые ЛС являются дефицитными, другие чрезвычайно дорогостоящими, а также то, что не все ЛС одинаково доступны по разным причинам. Указанные факторы показывают, что прогнозировать и планировать объемы и структуру потребления ЛС и соответственно их поставок – достаточно сложная задача.

На федеральном уровне, то есть определение заказа ЛС для всего населения страны, – это задача национального масштаба. В связи с преобладанием в отечественном здравоохранении государственного сектора медицины она и решается соответствующими государственными структурами укрупненно как задача стратегического планирования народного хозяйства. При этом формируется обобщенный план потребления ЛС на календарный период в масштабах страны, в его составе – план государственных закупок; на этом основании разрабатывается госзаказ для отечественных предприятий и проводится его размещение, а также формируется план поставок импортных ЛС, определяются поставщики и размещаются заказы.

Осуществить детальное государственное планирование и централизованные поставки ЛС адресно во все учреждения системы здравоохранения в полной мере по номенклатуре, срокам и объему как вообще нереально, так и просто неэффективно. Поэтому при формировании архитектуры и механизмов обеспечения ЛС ЛУ наряду с государственными закупками и централизованными поставками необходимо развивать рынок ЛС со всеми его институтами и

механизмами. В качестве основных субъектов рынка ЛС наряду с поставщиками, естественно, позиционируются крупные ЛУ, которые могут постоянно и корректно вести учет потребления ЛС и определять потребность в них как по номенклатуре, так и по объему.

Анализ потребления ЛС в ЛУ может проводиться с использованием различных данных учета медицинского имущества. В частности, в качестве основного источника первичной информации могут служить листы врачебных назначений историй болезни пациентов, которые содержат сведения о номенклатуре, разовых и суточных дозах, продолжительности назначения конкретных ЛС. Несмотря на значительную трудоемкость такого рода работы, она позволяет собрать достоверные данные о номенклатуре требуемых ЛС, графике и объеме их потребления, а также о том, сколько требуется средств для их приобретения; это важно для разработки методики прогнозирования потребности в ЛС.

Собранные таким образом качественные и количественные данные позволяют экономико-статистическими методами оценить их влияние на совокупные показатели, характеризующие потребление ЛС; при этом потребление ЛС целесообразно соотнести с *клинико-статистическими группами* (КСГ) больных. В качестве факторов, характеризующих потребление ЛС в КСГ больных, можно, например, использовать:

- прямые затраты на лекарственное обеспечение;
- количество наименований ЛС;
- объем потребления ЛС, выраженный через количество единиц поставки (ампул, упаковок, флаконов, доз и т.п.).

При определении итоговых показателей потребности в ЛС целесообразно провести оптимизацию их номенклатуры – отобрать наиболее эффективные и широко используемые препараты из совокупности применяемых ЛС. При этом можно заменить дорогие генерики на аналогичные препараты, имеющие меньшую стоимость. Такая замена обычно допустима с медицинской и фармакологической точек зрения, к тому же она целесообразна с экономических позиций. В результате унификации используемых ЛС и перехода на более дешевые аналоги номенклатура ЛС может быть значительно сокращена.

Целесообразно провести также *ABC/VEN*-анализ номенклатуры ЛС по частоте назначения, стоимости фармакотерапии и количеству упаковок. Собственно *ABC*-анализ является стандартным методом логистических исследований. При этом используемые ЛС сводятся в таблицы, в которых указываются затраты на их приобретение, при этом ЛС ранжируются по

стоимости. Наиболее затратные ЛС объединяются в группу *A*, группа *B* – это менее затратные ЛС, наименее затратные ЛС составляют группу *C*. *VEN*-анализ является специфическим методом фармакоэкономических исследований, он позволяет оценить степень «необходимости» применения в клинической практике отдельных позиций используемого ассортимента ЛС: в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ЛС подразделяются на жизненно важные (*Vital* или *V*), необходимые (*Essential*, или *E*) и второстепенные (*Non-essential*, или *N*). Обычно *VEN*-анализ проводится параллельно с *ABC*-

анализом и позволяет определить приоритетные лекарственные препараты. Цель такого исследования заключается в поиске возможности унификации номенклатуры ЛС на основе их распределения по группам: *A*, *B* и *C* в зависимости от вклада конкретного препарата в структуру потребления. На этом основании может быть произведен расчет количественных, то есть в натуральном представлении, и стоимостных показателей потребности в ЛС в условиях крупного ЛУ.

Структура изложенной экономико-статистической методики прогнозирования потребности крупного ЛУ в ЛС представлена на рис. 1 [2].



Рис. 1. Структурная схема методики определения потребности в ЛС.

При реализации разработанного плана закупки ЛС важным аспектом является корректное определение их цен, по которым будет осуществляться закупка. Закупки товаров

(работ, услуг) для государственных нужд, в том числе и закупки ЛС, осуществляются на конкурсной основе, точно спрогнозировать цены приобретения невозможно. В процессе

реализации конкурсных процедур цены могут измениться, тем не менее, определение начальной цены контракта позволяет более четко спланировать уровень затрат на обеспечение ЛС.

Система централизованных поставок лекарственных средств достаточно инерционна: требуется время на подготовку конкурсной документации, проведение конкурсных закупок, сопровождение контрактов, получение материальных средств центральными медицинскими складами (базами), распределение закупленных ЛС по заявкам, доставка ЛС на склады (базы), отпуск их конечным потребителям; по-видимому, существенного эффекта от «учащения» заказов в системе централизованного снабжения достичь не удастся.

Следовательно, необходима децентрализация заготовок ЛС, прежде всего, в части закупок ЛС с ограниченными сроками годности. За счет этого удастся ликвидировать часть логистических операций из числа перечисленных выше и сократить общие затраты на поставку ЛС. Результатом этого будет оптимизация текущих запасов ЛС по критерию минимизации потерь при хранении из-за истечения сроков годности. Согласно действующему законодательству, выделяется несколько типовых способов организации закупок для государственных и муниципальных нужд. Это проведение аукционов, конкурсов, а также применение метода запросов котировок. Достоинствами конкурсов и аукционов

являются: возможность снижения цены контракта и балансирования цены и качества ЛС; прозрачность и упрощение контроля за эффективностью расходования бюджетных средств. Однако такого рода процедуры весьма продолжительны – более 90 суток. Различие между конкурсами и аукционами определяется тем, какие именно материальные средства подлежат закупке.

Достоинствами метода запроса котировок являются более простой механизм реализации, а также более высокая оперативность закупок – 7–14 суток. Его недостатки связаны с тем, что выбор поставщика осуществляется только по цене закупаемого ЛС, и ограничением закупки по стоимости (не более 500 тыс. руб. в квартал по одному наименованию). С учетом кадровых, организационных, технических, экономических и иных возможностей крупных лечебных учреждений следует рекомендовать использование ими метода запроса котировок при децентрализованных закупках ЛС.

#### Особенности управления поставками

Управление запасами и поставками – типовые задачи управления. В соответствии с этим в современных средствах поддержки менеджмента функции управления поставками регулярно обеспечиваются средствами информационных ERP-систем. Так, в ERP-системах компании SAP используется следующая классификация технологий управления – см. таблицу [3].

#### Технология управления в системе mySAP ERP

PD:	Детерминированное управление с возможностью определить незапланированные потребности путем прогноза
VB:	Управление по потреблению по технологии «границы заказа» с «ручным» определением минимального уровня запасов, при котором подается заявка на пополнение
VM:	Управление по потреблению по технологии «границы заказа» с машинным определением минимального, при котором подается заявка на пополнение, и страхового уровня запасов
VV:	Управление по потреблению с помощью прогноза будущих периодических потребностей без разделения общих и чистых потребностей

Для обоснования решения по поводу варианта управления запасами наряду с ABC-анализом можно обратиться также к XYZ-анализу. Под X-позициями понимаются такие, расход которых можно предвидеть с большой степенью уверенности, в то время как потребность в Z-позициях существенно колеблется. Y-позиции располагаются посередине между этими крайними вариантами. В качестве примера на рис. 2 приведены рекомендации по выбору технологии управления при использовании ERP-систем компании SAP.

В дополнение к ранее введенным обозначениям на рис. 2 обозначено: J – да (*ja*, нем.), N – нет (*nein*, нем.). Здесь принято, что управление является «ручным», то есть выполняется менеджером, в тем большей степени, чем точнее требуется прогноз, что показывает цепь связей PD/VM/VB (см. табл. 1); при этом риск поставки означает невыполнение заказа поставщиком, риск потребления – фактическое потребление отличается от планового.

В ряде случаев можно построить интегрированную систему контроля качества, объединя-

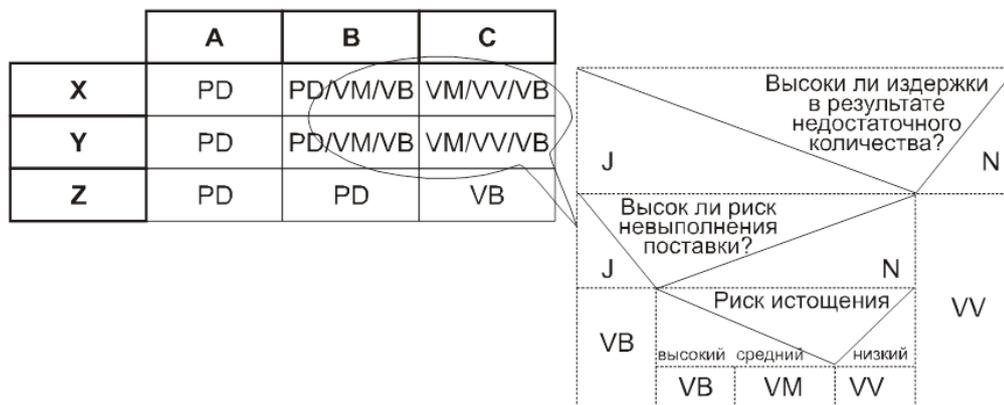


Рис. 2. Комбинация ABC-XYZ-анализа.

ющую автоматизированные системы контроля качества в канале выхода товара на предприятии поставщика и в канале поступления товара клиента (ЛУ). В определенных условиях это становится возможным, поскольку, например, в химической и фармацевтической промышленности осуществляется машинное документирование результатов контроля качества в виде сертификатов, которые прилагаются к накладным или к счетам; если у лечебного учреждения сложился стабильный круг предприятий-поставщиков, то такая интеграция систем контроля качества вполне реализуема.

Прогноз убыли запасов на основании ретроспективных данных осуществляется с использованием методов прогнозирования временных рядов. Теория прогнозирования разработана достаточно хорошо, известны многие методы. Однако автономное применение классических методов прогнозирования не всегда оказывается эффективным. В связи с этим целесообразно строить гибридные системы прогнозирования (ГСП), основанные на совместном использовании нескольких методов [1]. При этом в качестве базовых значительный интерес представляют методы, основанные на искусственных нейронных сетях (ИНС), которые находят все большее применение. Для повышения их эффективности в составе ГСП на входе ИНС целесообразно использовать методы фильтрации и сглаживания в качестве методов предварительной обработки информации. При создании систем прогнозирования для конкретных условий применения сформировать состав и осуществить настройку алгоритмов ГСП можно с использованием известных методов системного анализа. Так, могут быть учтены сезонные изменения, осуществлена адаптация системы к устойчивым изменениям условий и т.д.

Определение «границы заказа»  $s$  и объема заказа  $Q$  – это  $(s, Q)$ -политика. Эта политика подразумевает, что после каждой выдачи товара со склада система обработки информации проверяет, не перешло ли количество запасов «границу заказа»  $s$ . Если да, то заказывается

партия объемом  $Q$ . Для каждой системы определение величин  $s$  и  $Q$  – самостоятельная задача.

Время  $t_w$ , протекающее от задания на заказ до момента, когда станет доступен результат заказа, т.е. поставка, – время восстановления запасов. В него входят все временные промежутки, связанные с обработкой заказа:

$$t_w = t_v + t_l + t_e,$$

где:  $t_v$  – время подготовки к подаче заказа (принятие решений относительно объема заказа или относительно поставщика, а также для подготовки необходимых документов);  $t_l$  – продолжительность процесса поставки;  $t_e$  – время хранения на складе (интервал времени, проходящий от приема товаров до момента, когда товары могут быть выданы со склада, например, после контроля их количества и качества). Здесь можно также учесть  $t_s$  – страховое время, позволяющее компенсировать превышение сроков поставки.

После этого момент заказа  $T_B$  вычисляется следующим образом:

$$T_B = T_{netto} - t_w.$$

Желательный срок поставки, который сообщается поставщику, получается из следующего отношения:

$$T_w = T_{netto} - t_k,$$

где  $t_k$  – время, необходимое для того чтобы произвести контроль и оформление партии без уменьшения страховых запасов.

Возможно также связать срок заказа с объемом имеющихся на складе запасов. Для этой цели интервал времени  $t_w$  преобразуется в объемный показатель  $M_{t_w} = M_{t_g} \cdot t_w = t_w \cdot \text{tg } \gamma$  – потребность во время восстановления запасов,

где  $M_{t_g}$  – потребность в единицу времени. При этом объемная «граница заказа»  $s$  получается по следующей формуле:

$$s = M_{t_w} + e,$$

где  $e$  – страховые запасы. Если нет сильных колебаний потребности, допустимо сохранять однажды установленную «границу заказа»  $s$  достаточно долго, лишь иногда внося в нее изменения. Если колебания потребности усиливаются, то на складе может возникнуть избыток или, напротив, недостаток запасов. При этом  $s$  нужно вычислять заново в каждый период времени.

Резервные запасы  $e$  служат для покрытия ошибок в прогнозе, расхождений в объеме запасов и объеме поставок, а также задержки поставок. Их объем определяется значением  $t_S$  – на сколько дней должно хватить резервного запаса.

### Заключение

В целях обеспечения комплексного подхода к решению проблем фармакологической промышленности и в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промыш-

ленности» на 2013–2020 годы получены следующие результаты:

Рассмотрены общие условия снабжения системы здравоохранения лекарственными средствами на базе формирования логистической системы, при этом выявлены особенности централизации/децентрализации логистики.

На основе *ABC/VEN*-анализа номенклатуры ЛС предложена экономико-статистическая методика определения потребности в лекарственных средствах, что позволит определить наиболее приоритетные лекарственные препараты.

Предлагается использовать гибридные системы прогнозирования, основанные на совместном использовании методов фильтрации и искусственных нейронных сетей. Это позволит адаптировать логистическую систему к различным изменениям условий.

В условиях  $(s, Q)$ -политики выявлены особенности формирования системы поддержки принятия решений по времени и объему заказа.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Али Маджд Ахмад. Исследование точности прогнозирования случайного процесса на базе нейронных сетей // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. С. 144–148.
2. Коротеева О.С. Информационные технологии в социально-экономическом развитии сферы услуг (на примере здравоохранения). СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. эконом. ун-та, 2013. 159 с.
3. Мертенс П. Интегрированная обработка информации. Операционные системы в промышленности: пер. с нем. М.А. Костровой / под ред. А.В. Кострова. М.: Финансы и статистика, 2007. 424 с.

## THE INFORMATION SUPPORT OF THE LOGISTIC SYSTEM OF MEDICINE SUPPLY

I.S. Ivanchuk<sup>1,®</sup>, A.V. Kostrov<sup>2</sup>, M.A. Kostrova<sup>3</sup>, V.F. Korniyushko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow, 119571 Russia*

<sup>2</sup>*Vladimir State University, Vladimir, 600000 Russia*

<sup>3</sup>*Linguistics University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, 603155 Russia*

<sup>®</sup>*Corresponding author e-mail: ivanchukivan@mail.ru*

*The primary goal of the state program "Development of Pharmaceutical and Medical industry" for 2013-2020" is the creation of innovative Russian pharmaceutical and medical industry of international standard. According to forecasts the share of Russian pharmaceutical companies in the market is going to increase from 14 to 50%. In order to ensure a complex approach to problem solving in pharmaceutical industry it needs to develop new mechanisms to manage industry sectors, clusters and enterprises. One of the most effective forms of management in this case is the creation of logistic schemes for medicine delivery to the population. The article describes the requirements for medicine delivery. We provide the economic and statistical technique – based on ABC/VEN-analysis – for the identification of the medicine demand in a large health care facility. The article uncovers the specifics of formation of a decision-making support system in time and amount of order in the context of  $(s, Q)$ -policy. The results reflect the specific features of construction of information support systems in medicine delivery.*

**Keywords:** *information support, supply, reserve management.*