

ВЯЧЕСЛАВ АНДРЕЕВИЧ САКОВИЧ

**МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСАМИ**

Заведующая редакцией *И. Б. Ткачук*
Редактор *Р. В. Смоляк*
Художник *А. И. Шабанов*
Художественный редактор *Л. И. Усачев*
Технический редактор *А. В. Скакун*
Корректор *А. Н. Малей*

ИБ № 2607

Сдано в набор 29.04.86. Подписано в печать 28.08.86. АТ 13770. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 16,80. Усл. кр.-отт. 16,80. Уч.-изд. л. 15,31. Тираж 1670 экз. Зак. № 775. Цена 2 р. 20 к. Издательство «Наука и техника» Академии наук БССР и Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220600. Минск, Ленинский проспект, 68. Типография им. Франциска (Георгия) Скорины издательства «Наука и техника». 220600. Минск, Ленинский проспект, 68.

В. А. САКОВИЧ

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Под редакцией М. И. Балашевича

МИНСК «НАУКА И ТЕХНИКА» 1986

Рецензенты:

Н. А. Лукашевич, доктор физико-математических наук, профессор,
Л. Е. Баевский, В. С. Новик, кандидаты технических наук,
В. И. Шлефрин, кандидат экономических наук

Сакович В. А.

С 15 Модели управления запасами / Под ред. М. И. Балашевича.— Мн.: Наука и техника, 1986.— 319 с.

В монографии изложены актуальные вопросы управления запасами. Показана возможность широкого применения математических моделей управления запасами в материально-техническом снабжении, промышленности и строительстве, в торговле и в управлении основным производством.

Рассчитана на планово-экономических и практических работников промышленности и строительства, материально-технического снабжения и торговли, всех, кто связан с управлением поставками и запасами, с маневрированием материальными ресурсами.

0604020100—126
С ————— 22—86
М316—86

ББК 65.050.9(2)

© Издательство
«Наука и техника», 1986.

ВВЕДЕНИЕ

Запасы средств производства представляют собой экономическую категорию, присущую товарному производству на всех стадиях его развития. Они призваны обеспечить непрерывность и высокие темпы расширенного социалистического воспроизводства.

Вопросами рационального регулирования запасами люди занимались с незапамятных времен. Однако запасы как экономическую категорию товарного производства впервые исследовал К. Маркс. Его положения о роли запасов, о причинах и факторах их образования, о тенденциях, определяющих их динамику и структуру, являются методологической основой для исследования запасов средств производства и предметов потребления при социализме.

К. Маркс дал ставшее классическим определение понятия «запас»: «В течение того времени, пока продукт существует в виде товарного капитала или пока он пребывает на рынке, т. е. в течение всего промежутка времени между процессом производства, из которого продукт выходит, и процессом потребления, в который он входит, продукт образует товарный запас» [1, т. 24, 156] *. Из данного определения следует, что запасы — материальные ценности, выключенные на некоторое время из процесса непосредственного производственного или личного потребления независимо от того, какую они имеют форму и в каких звеньях товаропроводящей сети находятся. Запасы — это элемент процесса обращения, момент движения общественного продукта от производителя к потребителю.

* Здесь и далее первое число в квадратных скобках обозначает порядковый номер источника в списке литературы, следующие — страницы источника; при указании тома стоит буква «т», при указании части — «ч»; данные о разных источниках разделяются точкой с запятой.

К. Маркс показал, что основной причиной образования запасов является все углубляющееся разделение общественного труда, породившее специализацию и концентрацию производства. Специализация и концентрация приводят к расчленению в пространстве и во времени процесса производства готового продукта. Чем глубже специализация, тем больше продукции должно находиться в сфере обращения и тем острее встает задача создания материальных запасов на всех участках товаропроводящей сети.

Невозможность согласования между собой моментов производства продукта и его потребления приводит к необходимости образования запасов. К. Маркс отмечал, что непрерывность процесса производства «...требует, чтобы наличие необходимых для него условий не зависело ни от возможных перерывов при ежедневных закупках, ни от того, что товарный продукт продается ежедневно или еженедельно и поэтому только нерегулярно может превращаться обратно в элементы его производства» [1, т. 24, 160—161]. И еще: «Чтобы процесс производства протекал непрерывно — совершенно независимо от того, возобновляется ли этот запас ежедневно или только через определенные сроки, — необходимо, чтобы на месте производства постоянно имелся в наличии больший запас сырья и т. д., чем его потребляется, например, ежедневно или еженедельно» [1, т. 24, 160].

Чем же определяются размеры запасов? К. Маркс показал, что величина запаса обуславливается объемом производства и потребления. Он подчеркивал, что с ростом масштабов производства «...в каждой отдельной отрасли производства необходимо возрастает масса продукта, которая находится на рынке в виде товара ищет сбыта. Растет масса капитала, фиксированная на более или менее продолжительное время в форме товарного капитала. Поэтому возрастает товарный запас» [1, т. 24, 163]. Важными факторами, характеризующими размер запаса, являются надежность, регулярность и быстрота снабжения. К. Маркс пишет: «...Чем меньше надежность, регулярность и скорость доставки, тем значительнее должна быть у производителя скрытая часть производительного капитала, т. е. еще ожидающий своей обработки запас сырья и т. д.» [1, т. 24, 161].

На этапе развитого социализма роль запасов и осо-

бенно научное управление ими возрастают. Это связано с тем, что без достаточных запасов нельзя говорить о повышении уровня благосостояния. Не случайно в решениях съездов и пленумов нашей партии вопросам совершенствования механизма планирования, образования и использования государственных резервов и запасов материальных ресурсов в народном хозяйстве отводится исключительное место, указывается на необходимость совершенствования системы нормирования сырья, материалов, топлива, энергии, а также запасов товарно-материальных ценностей, недопущения образования излишних запасов материалов и оборудования.

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года поставлена следующая задача: «Развивать и совершенствовать общегосударственную систему материально-технического снабжения, повысить ответственность Госснаба СССР, органов снабжения за соблюдение дисциплины поставок, обеспечение экономного и рационального использования топлива, сырья, материалов, вторичных ресурсов» [7, 331]. Для преодоления возникающих на тех или иных участках народного хозяйства диспропорций наряду с повышением уровня сбалансированности планов партия видит большой резерв в разработке научных методов управления запасами.

Решению некоторых аспектов этой важной и исключительно сложной проблемы посвящается настоящая книга. Проблема рациональной организации запасов средств производства в народном хозяйстве весьма многогранна. Ее разработка связана с решением задачи оптимального народнохозяйственного планирования и управления на всех уровнях и участках народного хозяйства. Оптимальное управление материальными запасами предполагает их текущее и перспективное планирование. Перспективный подход к совокупным запасам — это определение их размеров и структуры на основе оптимизационного динамического межотраслевого баланса, в матрицу коэффициентов прямых затрат которых вводятся коэффициенты запасоёмкости [72; 111; 179].

Для рационального размещения совокупных запасов прежде всего необходимо оптимизировать производственно-складскую структуру системы. Сложившаяся к данному моменту инфраструктура является отправным пунктом при размещении совокупных запасов. В то же

время она выступает итогом всех предшествующих решений, может и должна быть преобразована в нужном направлении. С проблемой рационального размещения совокупных запасов непосредственно связаны проблемы выбора форм снабжения, планирования долговременных хозяйственных связей.

Текущее (годовое) планирование уровней и структуры совокупных запасов служит научному обоснованию соотношений между транзитными и складскими поставками, соотношения между объемами поставок через ведомственные каналы снабжения и через систему Госснаба СССР, обоснованию объемов перевозочной работы между различными видами магистрального транспорта [70; 152].

На уровне текущего планирования заслуживает внимания описание поставщиков, потребителей и промежуточных складов как единой системы, направленной на наиболее полное удовлетворение спроса потребителей. При таком подходе состояние системы описывается векторной функцией, координаты которой суть величины текущих запасов у поставщиков, потребителей и на промежуточных складах, т. е. запасы по существу являются не только демпфером, сглаживающим зависимость динамики производства от потребления, но и индикатором качества работы всей системы. На единой основе решается задача взаимоувязанного планирования производства, хозяйственных связей и материальных запасов [141; 143]. Уже на этом этапе могут быть построены графики календарных поставок по всем коммуникациям. Однако в силу действия многих случайных факторов подобные графики представляют интерес только с точки зрения их влияния на выбор форм снабжения, на рационализацию хозяйственных связей с учетом динамики производства и потребления [175; 179]. После решения задачи закрепления потребителей за поставщиками встает задача оперативного управления поставками и запасами по каждой коммуникации, связывающей поставщиков и потребителей, поставщиков и склады системы материально-технического снабжения, склады и потребителей. В этих условиях могут быть широко использованы методы и модели математической теории управления запасами.

Научный подход к управлению запасами требует основываться на познании объективных закономерностей

функционирования всей системы обращения, на прогнозах потребностей в предметах и услугах производственно-технического и личного назначения. В основу всей планово-экономической работы в системе обращения должны быть положены оптимальные варианты перспективных, текущих и оперативных взаимоувязанных планов. Математические методы и ЭВМ — самый мощный инструмент выявления и анализа экономических закономерностей, временных рядов и тенденций, синтеза оптимальных решений во всех сферах обращения. Поэтому метод математического моделирования — основной в нашем исследовании — не средство математической интерпретации экономических закономерностей в сфере обращения, а инструмент их выявления и теоретического формирования.

В предлагаемой читателям книге дано систематическое изложение основ теории управления запасами, моделей оперативного управления поставками и запасами. Данные модели изучаются с точки зрения возможности их внедрения в практику социалистических предприятий. Почти все модели «проигрываются» на максимально приближенном к практике статистическом материале промышленных предприятий и органов снабжения Белорусской ССР.

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОСТАВКАМИ И ЗАПАСАМИ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ДЕТЕРМИНИРОВАННОМ СПРОСЕ

1.1. Экономическое содержание задач управления материальными запасами

Роль запасов и критерии управления ими [40; 58; 59; 107; 159; 168; 178]. Запасы — это все то, на что имеется спрос, но что в данный момент выключено из производственного или личного потребления, это все материальные, финансовые, трудовые и другие ресурсы, которые в данный момент не используются. В нашей работе речь будет идти преимущественно о материальных запасах.

Зачем обществу нужны запасы? Каковы критерии (показатели) оптимального управления ими? Запасы нужны для обеспечения непрерывности общественного производства и личного потребления. Для того чтобы удовлетворять личные и производственные потребности, всю товаропроводящую сеть от поставщиков до потребителей необходимо заполнить материальными ресурсами. На всем пути движения материальные ресурсы образуют совокупные запасы, подразделяющиеся на товарные и производственные. Товарные запасы — это готовая продукция (сбытовая) у поставщиков, на складах и базах (складская). Производственные запасы — это материальные ресурсы, находящиеся уже у потребителей, но еще не вступившие в процесс производственной переработки. Товарные и производственные запасы в свою очередь делятся на текущие и страховые. Текущие предназначены для обеспечения потребностей производства при несовпадении сроков и размеров поступления и потребления ресурсов. Страховые запасы должны удовлетво-

рять потребности производства в случае непредвиденных отклонений от плана, вызванных случайностью спроса, задержками поставок и т. д.

Итак, основная причина образования запасов — гарантированное обеспечение потребителей. Нарушение производственного ритма всегда обходится дороже затрат на содержание запасов. Важным фактором образования запасов является также периодичность производства, связанная с выпуском продукции партиями оптимального размера. При этом необходимо учитывать, что товарные и производственные запасы образуются вследствие особенностей транспортировки продукции от поставщиков к потребителям. Несовпадение ритма производства с ритмом потребления приводит к увеличению поставок. Повышение производительности труда на транспорте приводит к увеличению грузоподъемности транспортных средств, к развитию маршрутных перевозок. Все это связано с увеличением партии поставки. Но увеличение партии поставки влечет за собой увеличение издержек содержания, омертвление ценностей в запасах. Чтобы определить оптимальную партию поставки, нужно определить цель как желаемое состояние системы и критерии — меру эффективности ее достижения. Цель определяет направление движения в множестве достижимости, критерии же — конкретные траектории, пути достижения цели. Критерий — качество, совокупность свойств процесса функционирования системы, которые выражают самую глубинную ее сущность. Это основной принцип, отличительный признак, мерило оценки. Критерий — способ соизмерения затрат и результатов, метод. С его помощью измеряются или выбираются альтернативы, варианты социально-экономического развития. Он характеризует качество достижения цели, является формализованным выражением цели, ее количественной мерой, т. е. критерий — количественный показатель или правило, в соответствии с которым варианты достижения хозяйственных целей располагаются в порядке их предпочтения.

Цель — значительно более широкое понятие, чем критерий. Многие показатели, связанные с достижением цели, зачастую отражаются не только в системе критериев оптимальности, но и в системе ограничений модели. Это особенно касается цели гомеостазиса, т. е. цели выживания и самосохранения системы. К сожалению, во

многих литературных источниках данные понятия часто не различаются, что ведет к терминологической и смысловой путанице. Например, для многих локальных систем материально-технического снабжения целью может служить снижение издержек функционирования системы при заданных ограничениях на величину товарооборота в детализированной номенклатуре. Критерием эффективности в таком случае также является минимизация издержек обращения. Существует единственная цель развития социалистической экономики — максимальное удовлетворение потребителей общества. Имманентным этой цели будет народнохозяйственный критерий оптимальности.

По вопросу построения народнохозяйственного критерия оптимальности есть различные точки зрения. Одни ученые вообще отрицают существование народнохозяйственного критерия оптимальности, другие пытаются построить некий «абсолютный» критерий. Большинство экономистов придерживаются той точки зрения, что народнохозяйственный критерий оптимальности существует. Однако в силу того, что он призван соизмерять все виды потребностей общества и связанных с ними затрат с учетом фактора времени, т. е. должен представлять собой единую характеристику уровня удовлетворения потребностей в настоящем и будущем, проблема его формирования относится к слабоструктуризованным. Следовательно, несмотря на принципиальную возможность построения единственного критерия оптимальности, реализовать ее очень трудно.

В связи с чрезвычайной сложностью проблемы народнохозяйственного критерия оптимизации она разрабатывается: 1) в направлении создания упрощенных схем планирования, не требующих соизмерения всех видов потребностей; 2) в направлении построения математических моделей синтеза глобального критерия на основе частных критериев оптимальности. При любом из подходов народнохозяйственный критерий оптимальности как количественная характеристика уровня удовлетворения потребностей общества должен правильно соизмерять различные виды потребностей между собой, а также удовлетворение их в разные моменты времени.

Формирование народнохозяйственного критерия оптимальности — это проблема социально-экономическая. Классики марксизма-ленинизма обосновали методологию

ческие принципы, позволяющие разрабатывать критерии эффективности на этапе совершенствования социализма, который предполагает всестороннее и гармоничное развитие экономических, социально-политических и культурных условий жизни. В материалах XXVII съезда КПСС наиболее полно воплощена ленинская идея о том, что «социалистическое общество есть одно большое потребительное общество с планомерно организованным производством для потребления» [2, т. 11, 369]. Отсюда следует подчиненность процесса социалистического производства наиболее полному удовлетворению всей совокупности потребностей членов социалистического общества. Чтобы обеспечить рост народного благосостояния и всестороннее развитие способностей всех и каждого, необходимо повысить эффективность общественного производства. Следовательно, процесс расширенного социалистического воспроизводства есть средство достижения цели.

В центре системы производственных отношений социалистического общества находятся потребности людей. Поэтому необходимо научное обоснование объема и структуры общественных потребностей, т. е. соизмерение всех видов благ между собой и в динамике их развития. Классики марксизма-ленинизма исходят из того, что личность человека есть воплощение единства и противоположности его производительной и потребительской силы, делят общественные потребности на производственные и личные. Отсюда всеобщий характер основного деления общественного производства на средства производства и предметы потребления, которое было произведено К. Марксом.

Политическая экономия социализма обосновала деление общественного производства на два подразделения по материально-вещественному составу всей системы категорий воспроизводства. Это деление пронизывает общественное богатство, годовой валовой, конечный, чистый и прибавочный продукт, а также годовой фонд накопления. При социализме удовлетворение личных потребностей становится целью общественного производства. Поэтому стадия материального производства является начальной и определяющей по отношению ко всем стадиям процесса воспроизводства. Производственные потребности должны удовлетворяться в первоочередном порядке, поскольку без этого невозможно произ-

водство предметов потребления, а следовательно, и удовлетворение личных потребностей, составляющих цель социалистического производства. Для того чтобы удовлетворить потребности, нужно производить различные продукты, а так как этот процесс имеет общественный характер, то и потребности людей приобретают общественный характер. В свою очередь производство возбуждает в потребителе потребность, предметом которой становится созданный им продукт, т. е. общественное производство объективно порождает общественные потребности. Это значит, что причина возникновения общественных потребностей заключается в производственно-трудо-вой деятельности людей.

Совокупность потребностей социалистического общества объективно существует и развивается во времени: наиболее полное удовлетворение производственных и личных потребностей человека требует определенного времени. Кроме того, сама природа личных потребностей такова, что одни из них — насущные (в пище, одежде, обуви, жилище) и требуют немедленного удовлетворения, другие же терпят отлагательства. Отсюда возникает проблема соизмерения видов потребностей. Научное обоснование очередности удовлетворения личных потребностей объективно диктует необходимость обоснования очередности затрат средств производства. Объективный характер очередности удовлетворения производственных и личных потребностей, предопределяющих соответствующую очередность затрат средств производства, полностью отвечает сущности ленинского учения об основном звене, о первоочередных проблемах в цепи очередных задач Коммунистической партии и Советской власти.

Соизмерение различного вида потребностей между собой и во времени происходит с помощью закона планомерного пропорционального развития народного хозяйства. Если основной закон социализма — это закон цели социалистического производства и он определяет направление движения в области экономических возможностей, то закон планомерного, пропорционального развития народного хозяйства есть закон максимальной эффективности достижения цели, т. е. он характеризует целевую функцию развития (народнохозяйственный критерий оптимальности), позволяет выбрать наиболее эффективные пути в области экономических возможностей.

Причем понятие пропорциональности понимается не в смысле сбалансированности стоимостных и материально-вещественных компонент совокупного общественного продукта, а в смысле возможности удовлетворения наилучшим образом потребностей членов социалистического общества.

Таким образом, народнохозяйственный критерий оптимальности определяет наиболее эффективную траекторию, ведущую к достижению цели. Положение этой траектории характеризуется текущим благосостоянием людей. Поэтому народнохозяйственный критерий неизбежно должен учитывать интересы людей, коллективов предприятий, отраслей. Объективные предпосылки для координации локальных и глобальных интересов создаются действием закона материального стимулирования производства и труда — закона стоимости. В этом случае требования закона стоимости могут быть сформулированы следующим образом: обеспечение необходимых и достаточных условий для достижения цели общественного производства путем установления через денежно-ценностный механизм косвенного соответствия между непосредственными материальными интересами отдельных производителей и производственных коллективов и экономическими интересами всего общества, выражаемыми системой показателей народнохозяйственного плана.

Материально-техническое снабжение — подсистема народного хозяйства. Ее главная функция заключается в обеспечении народного хозяйства средствами производства. Следовательно, основными показателями работы органов материально-технического снабжения должны быть уровень бесперебойности снабжения, уровень комплектности и своевременности обеспечения социалистического производства необходимыми средствами производства и предметами труда с учетом затрат на этот процесс. Эффективность работы материально-технического снабжения как отрасли народного хозяйства сказывается на работе всего общественного производства. Главную составляющую экономического эффекта от совершенствования материально-технического снабжения следует искать в сфере основного материального производства. Отсюда глобальным критерием эффективности функционирования материально-технического снабжения может служить отношение дохода, полученного в

народном хозяйстве за счет совершенствования материально-технического снабжения, к затратам на это совершенствование. Такой критерий необходимо максимизировать. В то же время нужно также учитывать отношение результата к затратам внутри самой отрасли. Это — отраслевая эффективность материально-технического снабжения. Результатом труда является оптовый товарооборот и дополнительные услуги материально-технического снабжения, оказанные производству. Следовательно, отраслевая эффективность системы может быть измерена показателем

$$\frac{T_{\text{опт}} + \alpha V_{\text{услуг}}}{R_t + \beta R_e} \rightarrow \max,$$

где $T_{\text{опт}}$ — оптовый товарооборот; $V_{\text{услуг}}$ — объем дополнительных услуг; R_t — текущие издержки обращения; R_e — единовременные затраты; α — коэффициент приведения объема услуг к товарообороту; β — коэффициент приведения единовременных затрат к текущим.

В ряде случаев в качестве критерия функционирования показателем системы материально-технического снабжения можно выбрать объем реализации продукции в стоимостном выражении. Однако данный показатель обладает рядом недостатков. Он не стимулирует выбор оптимальной структуры хозяйственных связей, не направляет органы системы к такой работе, при которой максимум эффекта получался бы в основном материальном производстве. К тому же применение этого критерия вынуждает работников снабжения и сбыта к неэффективному использованию материалов, к поставкам прежде всего дорогостоящей продукции. Данный критерий не отражает также издержек обращения. Поэтому критерий максимизации товарооборота можно использовать только в том случае, если в системе решена задача оптимального прикрепления поставщиков к потребителям и поставкам подлежит однородная продукция, потребность в которой практически не ограничена. Даже при подобных оговорках в систему ограничений динамической задачи максимизации товарооборота следует ввести требование равномерности удовлетворения потребностей для каждого потребителя.

Для остродефицитной продукции в качестве показателя эффективности управления можно выбрать мини-

мум оборотных средств, т. е. минимум совокупных запасов на пути их движения от поставщиков к потребителям. В общем же случае применение такого показателя значительно увеличит издержки реализации поставок. Он ведет к необходимости поставлять продукцию минимально возможными партиями и с помощью самых ускоренных средств доставки. Минимизация оборотных средств в условиях выбранных контрагентов связана с максимизацией издержек обращения.

Заслуживает внимания показатель минимизации дефицитности, или, что то же самое, максимизации удовлетворения потребностей. Однако сам по себе такой показатель при общей дефицитности ресурсов не отражает важности потребителей, к тому же в условиях оптимального функционирования экономики ресурсы должны направляться туда, где они приносят наибольший народнохозяйственный эффект.

При решении вопросов технико-экономического планирования и локальных задач в системе материально-технического снабжения хорошо работает критерий минимизации приведенных затрат. Снижение затрат, связанных, например, с обращением общественного продукта, ведет к росту прибыли. Критерий минимизации издержек получил широкое применение при оптимизации уровней запасов, определении оптимальной партии поставки, оптимальном прикреплении потребителей к поставщикам, в задачах выбора форм снабжения и др.

Так, в задачах оптимизации поставок критерий эффективности представляется в виде $\min: L = L_{\text{разм}} + L_{\text{сод}} + L_{\text{деф}}$, где $L_{\text{разм}}$ — издержки, связанные с размещением заказов (считается, что эти издержки не зависят от величины заказываемой партии, а определяются самим фактом размещения заказа, затратами подготовительно-заключительных операций); $L_{\text{сод}}$ — расходы на содержание запасов, включающие в себя издержки хранения и потери от иммобилизации средств в запасах; $L_{\text{деф}}$ — потери из-за нехватки продукции у потребителей.

Хранение запасов связано с затратами. Сюда относятся амортизация собственных складских помещений, арендная плата за складские площади других организаций, содержание установок, обеспечивающих нормальный режим хранения, естественная убыль при хранении, расходы по учету и инвентаризации, заработная плата складского персонала, проценты за кредит денежных