

УДК 65.011.56; 007.51

И.В. Шатохин

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ КАК ЦЕПОЧКОЙ ПОСТАВОК

Предлагается подход к построению автоматизированной системы управления логистикой предприятия, основанный на использовании систем синхронного планирования цепочек поставок. В процессе планирования рассчитываются графики производства и отгрузки товаров в сбытовые точки, сбалансированные с доступностью материалов и производственными мощностями. Производится прогноз дефицита в обеспечении производства покупными материалами и комплектующими изделиями с целью его оперативного предупреждения. Обеспечивается контроль за ходом выполнения заказов на закупку, а также рассматривается структура системы автоматизации управления цепочками поставок, ее цели и задачи.

Введение

Рассмотрим предприятие, где сбытовая сеть представлена несколькими территориально распределенными сбытовыми точками. Сбытовые точки обеспечиваются товарами за счет собственного производства предприятия, которое территориально удалено от них. Перемещения изделий между сбытовыми точками и возвраты изделий из сбытовых точек на производство отсутствуют. Цикл производства изделий короткий (несколько дней). Будем считать, что с точки зрения планирования производства изделия производятся мгновенно с одновременным потреблением заданного физического объема некоторого перечня покупных комплектующих изделий (ПКИ) и материалов. Выпуск изделий ограничивается производственными мощностями. Динамика фонда времени работы оборудования определяется не только профилактическими мероприятиями (ремонт и профилактическим обслуживанием технологического оборудования), но и вводом новых мощностей в эксплуатацию. Динамика фонда времени основных работников определяется как графиком отпусков, текучестью, так и мероприятиями по регулированию численности трудовых ресурсов.

Перечень производимых изделий является динамическим. Часть изделий с заданного периода планирования перестает производиться, тогда принимается решение о прекращении их выпуска. Новые изделия запускаются в производство с определенного момента времени. В процессе производства вводятся новые (несерийные) изделия со своим нормативным потреблением комплектующих изделий и материалов. Выпущенные несерийные изделия не включаются в запас готовой продукции предприятия и не отгружаются в сбытовые точки. Для них задается не план продаж, а план производства.

1. Планирование цепочек поставок

Для вышеописанного предприятия производственное планирование можно рассматривать в контексте управления цепочками поставок с учетом ряда ограничений. Цепочка поставок есть взаимосвязанная система отношений между поставщиками материалов и услуг, которая охватывает весь цикл трансформации материальных ресурсов из исходного сырья и материалов в конечные продукты и услуги, а также доставку этих продуктов и услуг конечному потребителю [1, 2].

Модель информационных потоков в данном случае практически вписывается в структурную формулу взаимосвязей источников и потребителей информации: *сбытовая сеть – производство – поставщики комплектующих*, т. е. информационные потоки противоположны материальным (рис. 1). В соответствии с этим *сбытовая сеть* порождает планы продаж, которые должны быть реализованы за счет производства товаров. В свою очередь, производство должно быть своевременно обеспечено материалами и комплектующими изделиями, которые закупаются у поставщиков. *Сбытовая сеть* может порождать несколько вариантов планов продаж (оптимистичный, пессимистичный и т. п.), которые с течением времени подвергаются корректировке.

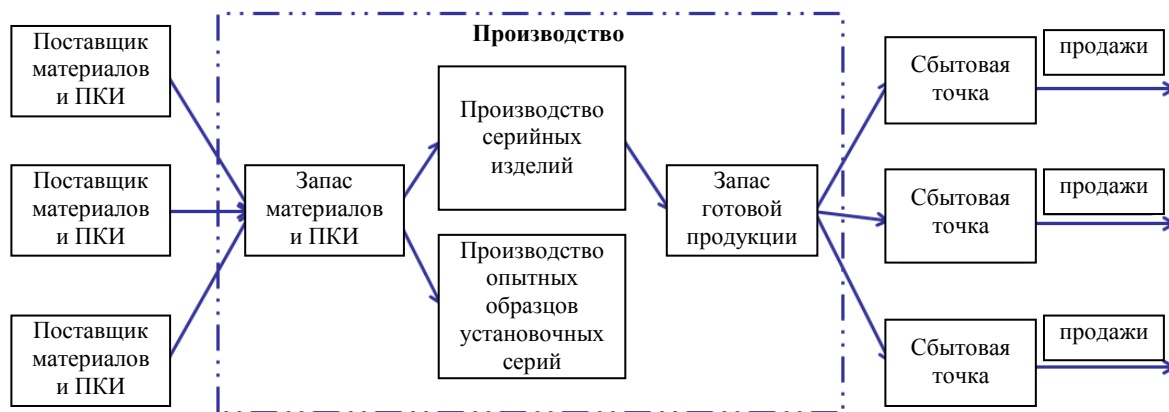


Рис. 1. Модель материальных потоков предприятия

Основные ограничения связаны с дефицитом производственных мощностей и трудовых ресурсов, а также с закупкой материалов и комплектующих изделий. Если две первые проблемы требуют для своего решения вливания серьезных финансовых средств, связанных с наймом рабочей силы и техническим перевооружением производства, то ограничение с закупкой комплектующих часто снимается созданием пула альтернативных поставщиков, каждый из которых может обеспечивать поставки по одному или нескольким альтернативным маршрутам. В пул включаются поставщики (процесс сертификации), отвечающие требуемым критериям по цене и качеству поставляемых ими материалов и комплектующих изделий. Обычно таких поставщиков мало (два-три, один из которых основной, а остальные резервные). Во многих случаях по ответственной номенклатуре существует вообще единственный поставщик-монополист.

Задача планирования сводится к подбору такого варианта плана производства изделий и закупок материалов, который позволит уложиться в заданные ограничения по мощности и сроки поставок материалов с максимально возможным обеспечением плана продаж на заданном горизонте планирования. При решении подобной задачи необходимо сопоставить и увязать большой объем данных о работе предприятия. Естественно, проделать такую работу в разумные сроки невозможно без автоматизированной системы планирования.

Наилучшим образом изложенным выше требованиям соответствуют системы синхронного планирования, в основе которых лежит APS-алгоритм (Advanced Planning and Scheduling Algorithm) [3]. В процессе планирования алгоритм синхронизирует загрузку доступных мощностей с планами движения материалов и комплектующих, что позволяет оценить реалистичность планов продаж с отражением возможных отклонений. Суть работы алгоритма заключается в том, что на основе анализа графика продаж товаров в сбытовых точках и обеспеченности его наличными запасами и товарами, находящимися в пути, он формирует заказы на отгрузку продукции с завода в сбытовые точки. Эти заказы в случае их выполнения должны ликвидировать плановый дефицит продаж. Объемы заказов на отгрузку могут рассчитываться как на основе среднесуточных объемов продаж товаров, так и в соответствии с заданной минимальной партией отгрузки. При необходимости заказы рассчитываются с учетом обеспечения нормативного переходящего запаса товаров с одного планового периода на другой (страхового запаса).

Далее осуществляется вовлечение запасов готовой продукции на складе завода в счет обеспечения сформированных заказов на отгрузку, а на оставшуюся часть формируются заказы на производство, исполнение которых планируется во времени с учетом доступности мощностей и трудовых ресурсов. Объемы заказов на производство вычисляются по нормативам на размеры партий запуска-выпуска продукции и с учетом нормативного коэффициента выхода годных.

На формирование очередности исполнения заказов могут влиять следующие параметры:

- приоритеты производства номенклатурных позиций готовой продукции;
- время опережения запуска заказов, которое определяет, насколько раньше можно начать производство продукции, чтобы максимально обеспечить потребности сбытовых точек в заданном плановом периоде.

Под полученное расписание исполнения заказов на основе норм рассчитываются потребности в материалах ПКИ и формируются заказы на их закупку таким образом, чтобы они поступили точно в срок с учетом норм длительности доставки и размещения заказов у поставщиков. Норма длительности размещения заказа определяется длительностью производственного цикла поставщика с момента получения им заявки заказчика до момента отгрузки продукции в адрес грузополучателя. При этом также возможно внесение поправок в нормативные сроки оформления и согласования заказа с поставщиком и нахождение материалов на входном контроле предприятия.

Расчет потребности в материалах и комплектующих изделиях проводится с учетом нормативных потерь покупных материалов и ПКИ в производстве. При формировании заказов на закупку учитывается:

- наличие запасов материалов и ПКИ в производстве;
- плановое поступление материально-технических ресурсов от поставщиков по уже размещенным заказам;
- ожидаемый процент брака комплектующих изделий на входном контроле.

Для гарантии своевременных поставок система подбирает поставщиков и маршруты доставки материалов исходя из критерия минимизации стоимости транспортно-заготовительных расходов и сроков доставки. Часто в таких условиях оперативная работа службы снабжения в процессе подбора поставщика из имеющегося пула сводится к анализу требуемой скорости и стоимости доставки (выбора маршрута), чтобы к моменту возникновения потребности необходимые материалы были на складе предприятия. Сначала делается расчет по основному поставщику. Если он не дает требуемого результата, то пользователь переключается на расчет по резервному поставщику из пула. В итоге формируется сеть взаимосвязанных заказов, где каждый предыдущий заказ порождает один или несколько последующих заказов. В процессе расчета контролируется дата запуска заказа, чтобы она «не ушла в прошлое» за дату начала планового периода. Если такое происходит, алгоритм автоматически смещает все взаимосвязанные заказы в будущее.

2. Структура и задачи системы автоматизации управления

Как правило, система автоматизации управления цепочками поставок включает в себя подсистемы ведения нормативно-справочной информации (НСИ), управления логистикой и складского учета и планирования производства изделий и закупок материалов.

Подсистема ведения НСИ должна обеспечивать возможность ведения данных:

- о нормативах станкоемкости и трудоемкости производимой продукции;
- сводных нормах расхода материалов и комплектующих изделий с учетом их потерь при производстве продукции;
- графиках работы технологического оборудования и основного производственного персонала;
- допустимых заменах материалов и комплектующих изделий в производстве (ведомость замен).

Подсистема управления логистикой и складского учета является источником информации:

- о наличии запасов товаров в сбытовых точках и на складах готовой продукции;
- товарах, находящихся в пути, к сбытовым точкам;
- сбытовых точках (нормативах длительности доставки в них товаров, минимальных партиях отгрузки, объемах страховых запасов и т. п.);
- наличных запасах материалов и комплектующих изделий с учетом сроков их годности и гарантийного хранения (последнее реализуется, например, средствами партионного учета материально-производственных запасов);
- материалах и комплектующих изделиях, находящихся в пути;
- поставщиках (поставляемой номенклатуре; нормативных сроках размещения заказов; параметрах маршрутов поставки, таких как длительность доставки, нормативы транспортно-заготовительных затрат; ожидаемом проценте брака; размерах минимальных партий поставки и их кратности, ценах на материалы и комплектующие изделия и т. п.);

– размерах минимальных объемов закупки, действующих на предприятии;
 – видах транспортных средств для формирования заявок поставщикам с обеспечением максимальной загрузки транспорта.

Одной из основных задач подсистемы логистики является отслеживание прогнозной даты поступления покупных материалов и комплектующих изделий на предприятие. Она влияет на расчет точки наступления дефицита, под которой понимается момент времени, когда прогнозный остаток материала опустится, например, ниже уровня страхового запаса (рис. 2). Смещение указанной прогнозной даты по оси времени вправо может вызвать разрыв в обеспечении производства соответствующими номенклатурными позициями. Если возникает такая ситуация, то возможным способом ее устранения является применение заменяющих материалов из имеющихся в наличии или закупленных с избытком и находящихся в пути на основе ведомости замен.

			01.01	02.01	03.01	04.01	05.01	06.01	07.01	08.01	09.01	10.01	11.01	12.01	13.01	14.01	15.01	16.01
1000 Материал для пров...	ОстатокНП	Расчет	50,00	50,00	-100,00	-168,18	-318,18	-518,19	-804,55	-804,55	-804,55	-1 090,91	-485,28	-771,64	-1 058,00	-1 344,37	-1 344,37	-1 344,37
	ДоступноНП	Расчет	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Потребность	Расчет		150,00	68,18	150,00	200,00	286,36			286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36
	Дефицит	Расчет		100,00	68,18	150,00	200,00	286,36			286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36	286,36
1001 Материал для зан...	ОстатокНП	Расчет	5 000,00	5 000,00	4 862,71	4 725,42	4 588,13	4 450,84	4 313,55	4 313,55	4 313,55	4 203,55	4 093,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55
	ДоступноНП	Расчет	5 000,00	5 000,00	4 862,71	4 725,42	4 588,13	4 450,84	4 313,55	4 313,55	4 313,55	4 203,55	4 093,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55
	Потребность	Расчет		137,29	137,29	137,29	137,29	137,29			110,00	110,00	110,00					
	Дефицит	Расчет																
1100 Материал БЕЗ ПОС...	ОстатокНП	Расчет	5 000,00	4 862,71	4 725,42	4 588,13	4 450,84	4 313,55	4 313,55	4 203,55	4 093,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55	3 983,55
	ДоступноНП	Расчет	801,00	801,00	791,91	782,82	773,73	764,64	755,55	755,55	755,55	746,45	737,36	728,27	719,18	710,09	710,09	710,09
	Потребность	Расчет			9,09	9,09	9,09	9,09	9,09			9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09	9,09
	Дефицит	Расчет																
22 Ткань Кронверк 20	ОстатокНП	Расчет	56,40	56,40	13,42	-29,55	-71,07	-71,07	-114,05	-114,05	-114,05	-157,03	-200,00	-242,98	-285,95	-328,93	-328,93	-328,93
	ДоступноНП	Расчет	56,40	56,40	13,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Потребность	Расчет			42,98	42,98	41,52		42,98			42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98
	Дефицит	Расчет				29,55	41,52		42,98			42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98
9 Рамы ПМ 1600*2000	ОстатокНП	Расчет	250,00	250,00	204,27	74,27	-145,73	-245,73	-291,45	-291,45	-291,45	-401,45	-197,18	-242,91	-288,64	-334,36	-334,36	-334,36
	ДоступноНП	Расчет	250,00	250,00	204,27	74,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Потребность	Расчет			45,73	130,00	220,00	100,00	45,73			110,00	45,73	45,73	45,73	45,73	45,73	45,73
	Дефицит	Расчет																

Рис. 2. Прогноз возникновения дефицита покупных материалов и комплектующих изделий

В ряде случаев, связанных со спецификой свойств номенклатурных позиций, применение теоретических коэффициентов пересчета норм расхода при заменах материалов не имеет практического смысла. Поэтому автоматизированная система должна давать пользователю возможность в конкретных случаях самостоятельно определять соотношения между количеством основного материала и количеством заменяющего его материала, исходя из опыта, знаний и здравого смысла [4]. При работе с допустимыми заменами требуется контролировать, чтобы в результате замены не был нарушен план производства тех изделий, для которых заменяющий материал является основным, а также существовала возможность стоимостного анализа замены, отражающего ее влияние на себестоимость готовой продукции.

Дополнительным аспектом использования ведомости замен является актуализация номенклатуры при расчете потребности в материалах и комплектующих изделиях. Не секрет, что в справочниках материальных норм расхода на многих предприятиях указаны устаревшие, снятые с производства материалы. В таком случае алгоритм планирования в процессе своей работе должен автоматически заменять неактуальные материалы на современные, указанные в качестве обязательной замены.

Необходимой функцией подсистемы логистики является расчет минимальных и максимальных уровней запасов. Расчет может производиться или по статистике потребления материалов и ПКИ в прошедших периодах, например:

$$\text{минимальный запас} = \text{расход за период} / (30 / \text{длительность поставки});$$

максимальный запас = минимальный запас $\cdot k$ \cdot страховой коэффициент,

или по прогнозу их потребления в будущем:

минимальный запас = потребность на период / (30/длительность поставки).

Здесь 30 – нормативное число дней в календарном месяце; k – нормативный коэффициент-мультипликатор, значение которого подбирается эмпирически. Страховой коэффициент также определяется эмпирическим путем для соответствующей номенклатурной группы или позиции.

Средства автоматизации должны иметь опции учета материально-производственных запасов и их движения на производстве в разрезе учетной аналитики (целевого учета), в качестве которой чаще всего выступают заказы потребителей готовой продукции, проекты и их этапы, шифры затрат. Это характерно для позаказного или проектного производства, в его контекст часто попадают несерийные изделия. Данные возможности позволяют осуществлять детальный контроль обеспеченности производства на всех его технологических этапах и в последующем упрощать сбор фактических затрат по соответствующим объектам учета.

Дополнительным плюсом выступает наличие средств управления статусами запасов, отражающих их текущее состояние. Возникновение возмущений в цепочке поставок за счет перевода запасов в определенное состояние (например, брак) приводит к смещению влево по оси времени прогнозной точки наступления дефицита и требует своевременной реакции службы снабжения. Статусы позволяют регулировать вовлечение запасов в процессы расчета обеспеченности и комплектации производственных заданий, а также влиять на процессы запуска партий изделий на цехозаходах (технологических переделах) в процессе диспетчеризации производства.

Подсистема управления логистикой должна обеспечивать возможность профилирования пользователей и их взаимозаменяемость. В результате профилирования каждый специалист службы снабжения работает только со своими профильными номенклатурными позициями. Взаимозаменяемость подразумевает переброску номенклатуры между пользователями, например, на время отпуска одного из них.

Подсистема ведения НСИ и подсистемы логистики являются источником необходимых данных для подсистемы планирования производства изделий и закупок материалов, которая призвана обеспечивать:

- ведение множества вариантов планов продаж в разрезе сбытовых точек и товарных групп;
- непосредственный расчет производственных планов с использованием методики скользящего производственного планирования как минимум на 12 месяцев с детализацией данных по дням на период до 90 дней (в случае необходимости и более), считая от даты начала планового периода;

- несколько вариантов расчета производственных планов для каждого варианта плана продаж (с учетом или без учета загрузки мощностей, нормативов времени опережения запуска заказов в производство и иных параметров, влияющих на результаты планирования);

- варьирование объемов доступных мощностей по периодам планирования. Для этого информационная структура системы должна давать возможность ведения:

- 1) вариантов графиков рабочего времени с учетом плановых простоев технологического оборудования на ремонт и техническое обслуживание, графиков отпусков основного производственного персонала;

- 2) вариантов графиков ввода-вывода производственных мощностей в эксплуатацию и из эксплуатации, найма или сокращения рабочей силы;

- 3) эмпирических коэффициентов использования производственных мощностей и рабочего времени трудовых ресурсов по плановым периодам, рассчитанных на основе статистических данных о внеплановых простоях оборудования из-за аварий, потерях по больничным листам и т. п.;

- оперативный пересчет всей совокупности производственных планов как минимум один раз в несколько дней (желательно ежедневно);

- управление запасами сырья, материалов и комплектующих изделий как по прогнозной точке наступления дефицита (обеспечение основного производства), так и по факту снижения уровня запаса ниже критического уровня (обеспечение запчастями и другими вспомогательными материалами);

- планирование закупок комплектов;
 - получение наглядной аналитической отчетности и сравнительный анализ различных вариантов расчета на основе OLAP(Online Analytical Processing)-технологии.
- Результатами работы, построенной на вышеописанных принципах системы, являются:
- оценка реалистичности планов продаж с отражением возможных отклонений;
 - графики производства и отгрузки товаров в сбытовые точки, сбалансированные с доступными материалами и мощностями (рис. 3);

Номенсл...	Тип	Январь 2011	Февраль 2011	Март 2011	Апрель 2011	Май 2011	Июнь 2011	Июль 2011	Август...
И 1.0 Издел...	ОстатокНП	18 950,00	429,00	242,00	167,00	1 036,00	277,00	1 794,00	1
	РасчетныйВыпуск	32 725,00	30 730,00	25 382,00	43 605,00	36 167,00	12 691,00		
	ОтгрузкаВСС	51 246,00	30 917,00	25 457,00	42 736,00	36 926,00	11 174,00		
	ОстатокКП	429,00	242,00	167,00	1 036,00	277,00	1 794,00	1 794,00	1
И 2.0 Издел...	ОстатокНП	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	873,00	
	РасчетныйВыпуск						35 353,00	62 700,00	64
	ОтгрузкаВСС						34 480,00	62 688,00	65
	ОстатокКП	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	873,00	885,00	
И 3.0 Издел...	ОстатокНП	700,00	63,00	63,00	1 442,00	31,00	51,00	17,00	
	РасчетныйВыпуск	1 381,00		1 379,00	1 383,00	1 381,00	2 762,00	1 381,00	
	ОтгрузкаВСС	2 018,00			2 794,00	1 361,00	2 796,00	1 291,00	
	ОстатокКП	63,00	63,00	1 442,00	31,00	51,00	17,00	107,00	
И 4.0 Издел...	ОстатокНП	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	ОстатокКП	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Рис. 3. График выпуска и отгрузки продукции

– рекомендации по срокам размещения и объемам закупок заказов на материалы и комплектующие изделия у поставщиков с выбором оптимального маршрута их доставки, которые предупреждают сбои в обеспечении основного производства материалами и ПККИ. Расчет объемов закупок производится по правилам [5], указанным для номенклатурных позиций: строго под потребность (с учетом или без учета складских остатков); на пополнение запаса до максимального уровня; на обеспечение потребности производства на заданный временной буфер (например, на две недели). Срок размещения рассчитывается исходя из нормативов длительности этапов жизненного цикла заказов на закупку (согласование с поставщиком, производственный цикл поставщика (с момента согласования заявки до момента отгрузки), доставка, нахождение на входном контроле и т. п.). В ряде случаев для сокращения объема обработки и администрирования нормативно-справочных данных можно пойти на группировку номенклатурных позиций по типовой длительности циклов закупки (например, 30, 60 или 90 дней). Под длительностью цикла закупки тогда понимается период времени с момента отправки заявки поставщику на согласование до момента поступления заказанных материалов на склад предприятия без деления данного периода на промежуточные этапы;

- тренды потребности в материалах и комплектующих изделий на основе статистики, благодаря которым сотрудники службы снабжения могут в ручном режиме корректировать рекомендованные системой объемы закупок;
- оперативный контроль размещения и состояния исполнения заказов на закупку;
- упреждающая индикация возможности возникновения дефицита ПККИ из-за окончания их сроков годности, гарантийных сроков хранения или истечения сроков действия сертификатов поставщиков.

Заключение

Предложенный в работе подход прошел практическую проверку при создании автоматизированной системы планирования производства Галактика АММ (Advanced Manufacture Management) для предприятий, производящих серийную продукцию с высокой долей в ее со-

ставе ПКИ. Для предприятий характерны короткие (до семи дней) технологические циклы производства, длительные сроки поставки комплектующих изделий (до трех месяцев) и сроки доставки готовой продукции в сбытовые точки (до 30 дней). Номенклатурный справочник покупных материалов и комплектующих может включать десятки тысяч номенклатурных позиций.

Список литературы

1. Питеркин, С.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем / С.В. Питеркин, Н.А. Оладов, Д.В. Исаев. – М. : Альпина паблишер, 2003. – 368 с.
2. Линдерс, М. Управление снабжением и запасами. Логистика / М. Линдерс, Х. Фирон ; пер. с англ. – СПб. : ООО «Полиграфуслуги», 2006. – 768 с.
3. Современные методы организации, управления и технологии бережливого производства : учеб. пособие / Р.Х. Зарипов [и др.]. – Казань, 2010. – 304 с.
4. Шатохин, И.В. Бизнес, точный как часы / И.В. Шатохин // Белорусы и рынок. – 2011. – № 48(983). – С. 14.
5. Управленческий учет снабженческо-заготовительной деятельности / В.Э. Керимов [и др.] ; под ред. В.Э. Керимова. – М. : Экзамен, 2002. – 128 с.

Поступила 10.10.2016

УП «Топ Софт»,
Минск, ул. Сурганова, 28В
e-mail: IVS@galaktika.by

I.V. Shatokhin

INFORMATION SYSTEM OF ENTERPRISE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

The supply chain management method for manufacture scheduling and planning based on APS-algorithm is offered. It . Logistics solutions and inventory management problems are discussed. The structure of automated control system of enterprise is designed and its tasks are described.