

МОДЕЛИ ЗА ОПТИМИЗАЦИОННИ ЛОГИСТИЧНИ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРА НА БЪЛГАРСКАТА АРМИЯ)

Разгледани са направленията на реализация на логистиката като налагащ се в практиката стратегически инструмент, насочен към осигуряване на конкурентно предимство. Предложени са математически модели за оптимизиране на логистичните дейности по определени критерии, разработени и апробирани за армията, но с приложение и в стопанската сфера. Целта на разработването и приложението на математическите модели е увеличаване ролята на логистиката за постигане на по-високо равнище на организационна ефективност.

JEL: C52, H56, L81, L91

Въведение

В началните етапи от развитието си логистиката се е разглеждала като част от маркетинга. Но в края на 60-те и началото на 70-те години на миналия век разбирането, че разходите за складиране и дистрибуция поглъщат все по-голяма част от приходите при продажбите, засилва самостоятелното значение ѝ. Логистиката поема главната отговорност за складирането, запасите от стоки и транспорта в много организации, а маркетингът остава отговорен за проучването на пазара, договарянето, стимулирането и продажбите. Това е основната причина за наличието на известен конфликт между ръководителите на логистичните и маркетинговите отдели. Маркетинговият отдел критикува логистиците, че минимизират разходите, без да се съобразяват с нуждите на клиентите. Логистичният отдел от своя страна обвинява маркетинговете, че те преследват продажби "на всяка цена". Много организации разбират, обаче, че не конфликтите, а взаимодействието между тези функции предоставя стратегическа възможност за успех. "Логистиката като стратегически ресурс има за задача да гарантира, че създаването от маркетинга търсене, действително се осигурява с високо равнище на обслужване".²

¹ Ваня Банабакова е гл. ас. д-р в Национален военен университет "Васил Левски" – В. Търново, катедра "Стопанско управление и логистично осигуряване", тел: 062/618786, e-mail: v_banabakova@abv.bg.

² Македонска, Д. и др. Логистика. ТУ – Варна, 2001, с. 93.

1. Специфика на логистичните дейности

Според Филип Котлър логистиката включва планиране, изпълнение и контрол върху движението на физическите потоци от материали и готови стоки от точките на произход до точките на употреба, с цел удовлетворяване на изискванията на клиента и реализиране на печалба.³

Логистиката не е само разход, но и мощно средство за осигуряване на конкурентно предимство. Организациите могат да привличат допълнителни клиенти чрез предлагане на по-добро обслужване, по-бърз цикъл или по-ниски цени в резултат от подобрения в логистичните дейности.

Джон Гаторна смята, че логистиката може да се дефинира като процес на стратегическо управление на придобиването, придвижването и съхранението на материали, резервни части и стоки (и съпровождащите ги информационни потоци) в организацията и нейните маркетингови канали за изпълнение на поръчките по най-ефективен начин. Логистиката е източник на добавена стойност и може да играе жизнена роля в организационната рентабилност.⁴

За да се реализира логистиката на практика, са необходими следните предпоставки: организационно единство между транспорт и складово стопанство; връзка на стоковия със съответно описващия го информационен поток; управление и контрол на стоковото движение.

Мисията на логистичния мениджмънт се изразява в планиране и координиране на всички дейности, необходими за достигане на желаната степен на логистично обслужване и възможно най-ниско равнище на разходите за логистика.⁵ Логистиката трябва да се разглежда основно като връзка между мястото на крайното (пазарно) потребление и функциониращите дейности в организацията. Сферата ѝ на действие е целесъобразно да се простира от управлението на материалните и свързаните с тях информационни потоци през снабдяването до дистрибуцията на крайния продукт.

Целта на логистиката е да се осъществи придвижване на стоката **при оптимално качество на доставката и обслужване на потребителите и при минимални разходи за това**. Между компонентите "качество на доставката" и "разходи" съществува обратнопропорционална зависимост и в резултат от това се търси оптималното им съотношение.

Логистиката трябва да предложи сигурност на клиента относно това, че той получава **точната** стока, в **точното** време, в **точното** количество и в **точното** качество.⁶

Тя не търси оптимални управленски решения за всеки вид и етап на организационния логистичен процес, а оптимизация на съвкупния такъв както в снабдяването, така и при реализацията на стоките и услугите. Явлението

³ Котлър, Ф. Управление на маркетинга: структура на управлението на пазарното предлагане. "Класика и стил" ООД. 2002, С., с. 505.

⁴ Гаторна, Дж. Основи на логистиката и дистрибуцията. Бургас, Делфин прес. 1996, с. 25.

⁵ Christopher, M. Logistics and Supply Chain Management, London, Financial Times Pitman Publishing, 1998, p. 13.

⁶ Македонска, Д. Цит. съч., с. 95.

логистичен синергизъм⁷ налага във всички случаи съвкупните разходи за логистика да бъдат по-малки от сбора на разходите за реализирането на отделните логистични дейности, като за целта е необходимо постигане на висока координираност и интегрираност.

Логистиката се утвърждава както в стратегическата, така и в оперативната област. Разграничаваме следните логистични направления, насочени в стратегическата област: определяне на местонахождението и броя на складовете; решения относно собствен или външен транспорт; решения за собствено производство или покупка.

Логистичните дейности в оперативната област са насочени към: управление на поръчките, обработка на продуктите; управление на складовото стопанство; управление на запасите; управление на транспорта, вкл. определяне формите за доставка.

Независимо от вида на материалните средства, обект на снабдяване и дистрибуция, логистиката се реализира чрез конкретни дейности, а именно: управление на поръчките, обработка на продуктите, управление на складовото стопанство, транспорта и запасите. Разработването на ефективни логистични проекти изисква изследване на характеристиките на тези дейности, координирането и оптимизирането им.

Управлението на поръчките е първата дейност от логистичния комплекс. Тя е свързана с приемането на поръчките от потребителите, окомплектоването на продуктите и тяхното изпращане към купувача. Целесъобразно е да се скъсява цикълът "поръчка – плащане", тъй като той включва много стъпки, в т.ч. предаването на поръчките от служителя по продажбите, въвеждане на поръчката и проверка на платежоспособността на клиента, планиране на запасите и на производството, изпращане на поръчката и фактурата, извършване на разплащането. Колкото по-дълъг е този цикъл, толкова по-малко е удовлетворението на клиента и печалбата на организацията. Организациите би трябвало значително да ускорят обработката на поръчките благодарение на компютърните технологии.

Обработката на продуктите представлява дейност, която включва редица операции, целящи да предпазят продуктите от увреждане при тяхното съхранение и транспортиране, като характеристиките на самия продукт често определят как той да бъде обработен. Процедурите и техниката по обработката трябва да увеличат използваемия капацитет на склада, да намалят броя на манипулациите със стоката и да подобрят обслужването на клиентите. Опаковката, товаренето и системата на придвижване е целесъобразно да се координират, за да се минимизират разходите и увеличи удовлетворението на клиентите.

Стоките трябва също да бъдат опаковани подходящо, за да се предпазят от повреда по време на товарно-разтоварните операции.

При разработката на системите за товарене и разтоварване е необходимо определяне на оборудването за обработка на продуктите. Първият вариант включва единично товарене, което се изразява в групирането на една или повече кутии в пакет или на скара, което позволява придвижването на товарите чрез електрокари, електротелфери, конвейерни

⁷ Казакова, С., Г. Тасев. Логистика. С., "Viktrix", 2003, с. 13.

линии и други механични средства. Вторият вариант включва използването на контейнерите, които са революционизирали физическата дистрибуция чрез разширяване на възможностите на транспортната система. Тези възможности позволяват да се транспортират бързо и надеждно широк диапазон от товари при стабилни цени. Използването на контейнерите е енергийно ефективно, намалява необходимостта от охрана и понижава вероятността от загуби и повреди.

Управлението на транспорта изисква анализ на различните видове транспортни средства, предназначени за експедиция на стоките от мястото на производството или съхранението им до мястото на тяхното потребление, и избор на оптимален вариант за транспортиране на стоките, като всяко решение трябва да се съобрази с конкретните условия.

Целите на организацията във връзка с управлението на транспорта са:

- осигуряване на високо качество на транспортното обслужване;
- минимизиране на разходите по дейността.

При вземането на управленски решения, насочени към транспорта, трябва да се имат в предвид следните опорни моменти: откриване на оптималното съотношение между разходите за транспорт и качеството на транспортната услуга; избор на най-подходящите транспортни средства за всеки конкретен случай; определяне на рационални маршрути за движението на транспортните средства при изпълнение на доставката.

Изборът на транспорт изисква анализ на технико-икономическите особености на отделните видове, като се акцентира върху следните характеристики: транспортни средства; специфика на експлоатация; икономическа ефективност и др.

Всеки вид транспорт има специфични особености, предимства и недостатъци от гледна точка на превоза на различните видове материални средства и избора на оптимален вариант.⁸

Спецификите на различните видове транспорт е целесъобразно да се изследват на основата на SWOT-анализа, който разкрива силните и слабите им страни и възможностите и заплахите за развитие (вж. табл. 1).

Вземането на оптимални решения, свързани с логистиката на транспорта, изисква разработването на система от критерии, характеризиращи различните видове транспортни средства. Според Прайд и Феръл системата трябва да включва следните основни критерии:⁹

- **Критерий №1: Разходи.** Сравняват се възможните начини на транспорт, за да се определи дали изгодите от по-скъпия транспорт заслужават високия разход.
- **Критерий №2: Транзитно време.** Характеризира се с общото време, през което превозвачът притежава продукта, вкл. времето, необходимо за товарене и разтоварване от точката на произход до точката на дестинация. Тясно свързани с критерия "транзитно време" са критериите "честота" и "брой" на пратките на ден. Транзитното време влияе върху способността да се предоставят

⁸ За повече подробности вж. Митев, Н., М. Чиприянов. Маркетинг и логистика. Свищов, 2002, с. 407-409.

⁹ Прайд, Ул., О. Феръл. Маркетинг: концепции и стратегии. С., Форком, 1995, с. 230.

услуги. Често се практикува изпращачът на стоката да се възползва от транзитното време, за да обработи поръчките по пътя – възможност, особено важна за селскостопанските стоки и за суровините. Някои железопътни превозвачи също позволяват да се пренасочват вагоните вече на път, с което се постига максимална гъвкавост при избора на пазари.

- **Критерий №3: Надеждност.** Тя се определя от постоянството на предоставените услуги. Организацията трябва да е в състояние да разчита на своите превозвачи да доставят продуктите в срок и в приемливо състояние. Заедно с транзитното време този критерий влияе върху разходите за запаси, вкл. за загуби, когато продуктите ги няма. Ненадеждният транспорт изисква по-високо равнище на запаси, за да предотврати дефицита. Същевременно надеждните доставки позволяват на потребителите да поддържат по-малки запаси при по-ниски цени.
- **Критерий №4: Способност.** Този критерий определя възможността на съответния вид транспорт да предостави подходящо оборудване и условия за пренасяне на по-специални продукти.
- **Критерий №5: Достъпност.** Тя се изразява във възможността на превозвача да придвижва продукта по определен маршрут или мрежа (железопътни линии, водни артерии, камионни маршрути), което е мярка за неговата достъпност. Например до определени обекти може да се стигне само с камиони. Някои превозвачи се разграничават помежду си по обслужващите области, които техните конкуренти не покриват.
- **Критерий №6: Сигурност.** Тя се определя от физическото състояние на стоките при доставка. Когато продуктът се загуби или развали, обикновено е отговорен превозвачът. Все пак лошото обслужване и липсата на сигурност косвено водят до увеличаване на разходите и намаляване на печалбата, поради това, че развалените или загубените продукти не са налични за незабавна продажба и употреба. Проблемите за сигурността се различават значително според транспортните фирми и географските райони.

Всички видове транспорт имат проблеми със сигурността, ето защо е необходимо да се оценява относителният риск за всеки от тях.

- **Критерий №7: Проследяемост.** Това е относителната лекота, с която дадена пратка може да се открие и прехвърли или намери, ако е загубена. Бързата проследяемост е удобство, което някои фирми високо ценят. Проследяването на пратката заедно с бързото фактуриране и обработка на оплакванията са дейности, които увеличават потребителската лоялност и подобряват имиджа на организацията на пазара.

Таблица 1

SOWT – анализ на видовете транспорт

Железопътен транспорт	Силни страни	Слаби страни
	Транспортиране на тежки и обемни стоки Превоз на големи разстояния Ниска цена Висока регионална достъпност Масовост Сигурност на доставката	Понижаване качеството на услугата Бавен превоз Ниска маневреност Лошо състояние на оборудването
Воден транспорт	Възможности	Заплахи
	Независимост от климатичните фактори Повишаване качеството на услугата Повишаване на бързината в резултат от развитие на технологиите	Конкуренция от страна на другите видове транспорт Недостиг на превозни средства в определени моменти
Автомобилен транспорт	Силни страни	Слаби страни
	Превоз на дълготрайни продукти с ниска единична цена Висок капацитет Масовост Ниска цена	Бавно доставяне Ограничена достъпност
Въздушен транспорт	Възможности	Заплахи
	Тенденция към увеличаване на относителния му дял в общата структура на транспорта	Конкуренция от страна на другите видове транспорт Зависимост от климатичните фактори
Тръбопроводен транспорт	Силни страни	Слаби страни
	Превоз на нетрайни стоки и стоки с висока единична цена Бързо доставяне Висока маневреност Гъвкаво разписание	Малък капацитет Ниска сигурност на доставката
Въздушен транспорт	Възможности	Заплахи
	Компютризирано управление на товарите	Конкуренция от страна на другите видове транспорт Зависимост от климатичните фактори
Въздушен транспорт	Силни страни	Слаби страни
	Превоз на малки по обем стоки с висока стойност Превоз на големи разстояния Бързо доставяне Гъвкаво разписание	Висока цена Нисък капацитет
Тръбопроводен транспорт	Възможности	Заплахи
	Тенденция към понижаване цената на услугата	Конкуренция от страна на другите видове транспорт Зависимост от климатичните фактори
Тръбопроводен транспорт	Силни страни	Слаби страни
	Превоз на течни и газообразни продукти Ниска цена Голям капацитет Сигурност на доставките Висока автоматизация	Еднотипни доставки Ограничена достъпност
Тръбопроводен транспорт	Възможности	Заплахи
	Развитие на технологиите	Лошо състояние на оборудването

Целесъобразно е изпращачът да се съобразява с разгледаните критерии при избора на транспортно средство за доставка на конкретен продукт. Те трябва да се диференцират според вида на превозваните стоки, финансовите възможности на организацията, срока на доставка, географските и климатичните условия и др.

Основните критерии за избор на транспорт и значението им за всеки вид транспорт според Стентън са представени на табл. 2.¹⁰

За извършването на транспортните услуги могат да се използват собствени превозни средства, транспортни фирми, обществени или частни превозвачи.

Независимо от това на кого принадлежат транспортните средства, целта на логистиката е да се създаде, от една страна, рационална организация за придвижване на стоките, а от друга, да се достави

¹⁰ Stanton, W. Fundamentals of Marketing. New York, 1981, p. 219.

необходимият асортимент, задоволяващ търсенето на потребителите при реализирането на възможно по-малко транспортни разходи. За това се използват методите на математическото програмиране, чието приложение ще бъде разгледано по-нататък.

Таблица 2

Оценка на видовете транспорт

Критерии за избор	Вид на транспорта				
	Железопътен	Морски, речен	Шосеен	Тръбопроводен	Въздушен
Скорост на доставката	средна	най-ниска	висока	ниска	най-висока
Разходи за транспорт	средни	най-малки	големи	малки	най-големи
Надеждност на доставката	средна	ниска	добра	висока	средна
Разнообразие от превозвани стоки	най-голямо	голямо	средно	ограничено	ограничено
Брой райони на обслужване	голям	среден	голям	малък	голям
Специфика на продуктите	големи количества продукти	големи количества	продукти с висока единична цена и къси срокове на доставка	течни и газообразни продукти	нетрайни продукти с висока единична цена

Рационалната организация на снабдяването изисква избор на подходяща **форма за доставка**. Според Коралиев се прилагат две основни форми – централизирана и децентрализирана, които изискват изследване на техните специфични особености.¹¹

Централизираната доставка трябва да се организира от снабдяващия орган и съответния склад. Тези доставки имат редица положителни страни: цялата организация на доставката от началния до крайния пункт е задължение на органа по снабдяването и на склада; осигуряват се условия за по-ефективно използване на транспортните средства, свързани с товароподемността и времето, повишаването на производителността на складовите работници и подобряването на ритмичността на доставките. Централизираните доставки могат да се реализират чрез прилагането на следните **системи** за извозване на товарите:

- **Еднопосочна система.** При нея се обслужва един или едновременно няколко потребители, разположени в една посока. Обратният курс на транспортното средство е празен или с освободен амбалаж. **Необходимият брой транспортни средства** при прилагане на еднопосочната схема се определя по формулата:

$$(1) \quad N_e = \frac{Q(t_1 + t_2 + t_3 + t_4)}{60 \cdot R \cdot F \cdot K},$$

където N_e е броят на необходимите транспортни средства при еднопосочната схема на движение;

¹¹ Коралиев, Ян. Логистика на снабдяването. С., УИ "Стопанство", 1998, с. 122-123.

Q – количеството материални средства, превозвани на една смяна в m ;
 t_1 – времето за пробег на едно транспортно средство от единия до другия край на маршрута, в *минути*;
 t_2 – времето за товарни операции за един рейс;
 t_3 – времето за всички разтоварни операции за един рейс;
 t_4 – времето за възможни забавяния по пътя;
 R – номиналната товароподемност на транспортното средство;
 K – коефициентът на използване на товароподемността на транспортното средство;
 F – фондът време в часове при едносменна работа на транспортното средство.

- **Лъчева (многопосочна) система.** При нея се обслужват едновременно няколко потребителя, разположени в различни посоки. Извозването може да се извърши с транспортното средство за всяка посока. Обратният курс е празен или с амбалаж. Транспортните средства при лъчевата система се определят по формулата:

$$(2) \quad N_{\text{л}} = N_{E_1} + N_{E_2} + N_{E_3} + N_{E_4},$$

където $N_{\text{л}}$ е броят на транспортните средства при лъчева система;
 $N_{\text{ен}}$ – броят на транспортните средства за всеки лъч от системата.

- **Пръстеновидна система.** При нея се обслужват последователно по-голям брой потребители. Извозването се извършва по обиколен маршрут, при който началния и крайния пункт съвпадат. Товарът на транспортното средство постепенно намалява и в крайния пункт стига до нула. Транспортните средства се определят по формулата:

$$(3) \quad N_n = \frac{Q (t_1 + t_2 + t_3 + S + \dots + t_4)}{60 \cdot R \cdot F \cdot K},$$

където N_n е общото количество на превозваните материали за една смяна по целия пръстен, в m ;

t_1 – времето за пробег на транспортното средство по целия пръстен, в *минути*;

S – броят на разтоварните пунктове в пръстена.

При **децентрализираната доставка** всеки потребител сам организира получаването и придвижването на необходимите стоки. Недостатък на тази форма е, че отпускането на стоки от складовете се осъществява като правило в малки количества, което затруднява ефективното използване на складовите механизми и увеличаването на производителността на складовите работници.

Управлението на складовото стопанство се налага от необходимостта всяка организация да складира готовите си стоки до тяхната продажба. Съхраняването е целесъобразна функция, тъй като производствените и потребителските цикли рядко съвпадат. Много селскостопански стоки например се произвеждат сезонно, докато търсенето е постоянно. Съхранението е призвано да преодолява несъответствията в желаните количества и времето.

Складирането не се ограничава само до съхраняването на стоките. Складовете получават стоки, събират ги на големи партии, в резултат от което могат по-икономично да ги изпратят по предназначение. Според Прайд и Феръл складовете трябва да извършват редица основни **разпределителни функции** като:¹² получаване на стоката; идентифициране на стоката; сортиране на стоката; доставяне на стоки за съхранение; намиране, избиране и вземане на стоки; поддръждане на пратките; изпращане на пратките.

Важно решение е определянето на **необходимия брой складове**, тъй като когато те са разположени на повече места, стоките могат да бъдат доставяни по-бързо, но складовите разходи нарастват. Ето защо броят на складовете трябва да балансира равнището на обслужване на клиентите и разходите за дистрибуция.

Формата на собственост и изпълняваните функции налагат обособяването на различни **видове складове**, като изборът на конкретен вид е обект на целесъобразно управленско решение. Възможно е организацията да притежава собствени складове или да наема площи в общи, които не са нейна собственост. Предимството на първите е това, че контролът е по-голям, но по този начин организациите обвързват капитала си и нямат гъвкавост при промяна на желаните райони. От своя страна общите складове изискват такса за заетото пространство, но осигуряват допълнителни платени услуги като проверка на стоките, опаковане, транспорт и фактуриране. При използването им организациите имат богат избор от места и видове, вкл. такива, специализирани за съхранение при ниски температури или на отделни видове стоки и др.

Съществуват и други видове складове – за съхранение и за дистрибуция. Първите съхраняват стоките за среден или дълъг период, а вторите получават стоки от различни заводи на организацията и от доставчици и ги отправят възможно най-бързо. Целесъобразно е дистрибуционният център да се съсредоточава върху активното движение на стоките, а не върху пасивното съхраняване.

Дистрибуционните центрове (складове) трябва да предлагат:

- подобряване на обслужването на клиентите, поради това, че центърът осигурява наличност от стоки в асортимент на пълните им продуктови линии и скоростта на извършваните операции намалява времето за доставка до минимум;
- съкращаване на разходите, тъй като вместо да правят малки пратки към разпръснатите складове и клиенти, фабриките могат да изпращат големи количества стоки директно на дистрибуционния център при по-ниски цени, което понижава транспортните разходи, а бързият оборот на запасите намалява необходимостта от складове и разходи за съхраняване на стоките.

Важно направление на управлението на складовата дейност е **определянето на месторазположението на складовете**. Един от методите, използван за определяне на месторазположението на складовете, е **транспортната задача** (тя ще бъде илюстрирана с разработен модел в последващото изложение).

¹² Прайд, Ул., О. Феръл. Цит. съч., с. 223.

Управлението на складовата дейност изисква и **определяне на потребността от нарастване на складовата площ**. За целта е подходящо приложението на нормативния метод.¹³ Според Белев той изисква предварително да са разработени и обособени нормативи за количеството стоки, което може нормално да се съхранява в един квадратен метър от складовата и по-специално от товарната площ. Необходимо е също да е известно – чрез план или прогноза, общото количество стоки, които ще се съхраняват през дадения период. Това общо количество е максималният стоков запас. Той се намира, като от складовия стокооборот на едро се извади транзитният стокооборот. Полученият остатък (стойност) се разделя на средната цена и се получават количествата складов стокооборот – стоките, които под форма на запас трябва да се съхраняват на определената складова площ според норматива за съхранението им на един квадратен метър от нея. Този норматив се разработва по стокови групи и отразява изискванията за съхранение според постановките на стоковедите за запазване и съхранение на потребителната стойност. Така определен в натура (обикновено в тонове), складовият оборот е база за определяне на среднодневната му величина, т. е. количествата за съхранение се делят на дните на периода (годината). Като се използват определеният норматив за обръщаемост на запаса и коефициентът за неравномерност на доставката, се определя максималната величина на запаса, който трябва да се съхрани в складовете на организацията:

$$(4) \quad CЗ_{\text{макс.}} = CO_{\text{ср. дн.}} \cdot HCЗ_{\text{дни}} \cdot K_{\text{н.д.}},$$

където $CЗ_{\text{макс.}}$ е максималната величина на запаса за съхранение в складовете;

$CO_{\text{ср. дн.}}$ – среднодневният стокооборот в натурални единици (m);

$HCЗ_{\text{дни}}$ – нормативът за обръщаемост на стоковия запас в дни (на средния стоков запас);

$K_{\text{нер. дост.}}$ – коефициент на неравномерност на доставката, който е отношение на най-дългия период между две доставки към дните между доставките, определени с график или нормативно.

За да се изчислят нормативно необходимите складови площи (НСк Пл), се използва предварително определен норматив за съхранение на стоките на 1 кв. м. складова площ (НКст. 1 кв. м).

$$(5) \quad HСкПл = \frac{CЗ_{\text{макс}}}{НКст \cdot 1 \text{ кв. м}}$$

Този израз може да се модифицира и усъвършенства, като към складовата площ се прибавят и необходимите площи за проходите. Това са площите на другите помещения, свързани с функциите на складовата дейност – за приемане и отпускане на стоките, административни помещения, за допълнителни операции и манипулации – сортировка, дообработка, опаковка и други. Формулата се преобразува и в зависимост от начина на съхранението на стоките – в палети, на стифове, в насипно състояние, на рафтове и т.н. Необходимите складови площи за проходи обикновено се

¹³ Белев, Д. Икономически анализ, прогнозиране и планиране в предприятието. С., Форком, 1998, с. 215-217.

определят като норматив към складовата площ за съхранение на стоките. Величината му зависи от начина на съхранение и от организацията на складовите операции. Обикновено тя е в рамките на 1.3 от площта за съхранение. Върху тази основа се определя и нормативната складова площ:

$$(6) \quad H_{\text{скПл}} = \frac{C_{\text{Змакс}}}{H_{\text{Кст}} \cdot 1 \text{ м}^2} \cdot K_{\text{пр}}.$$

Към така определената площ за съхранение на стоките се прибавят и другите необходими площи, посочени по-горе, и се получава общата площ на склада, съответстваща на нормативните изисквания.

Когато стоките се съхраняват в насипно състояние (силози), необходимата площ се определя така:

$$(7) \quad H_{\text{скПл}} = \frac{C_{\text{Змакс}}}{H_{\text{Кст}} \cdot 1 \text{ м}^2} \cdot H.$$

Според тази формула максималният запас в натурално изражение се разделя на норматива за съхранение на стоката в един кубически метър и полученото се умножава по височината на склада.

Когато стоките се получават и съхраняват в палети, складовата площ се определя, както следва:

$$(8) \quad H_{\text{скПл}} = \frac{C_{\text{Змакс}} \cdot \text{Пл} \cdot 1 \text{ пал.}}{H_{\text{Кс}} \cdot 1 \text{ пал.} \cdot B_{\text{р}} \cdot P_{\text{пал}}} \cdot K_{\text{пр}}.$$

От израза се вижда, че складовата площ се определя, като максималният запас се умножава по площта на един палет и по коефициента на проходите и полученото се разделя на количеството стока в един палет, умножено по броя на палетите, наредени един върху друг.

При съхраняване на рафтове прилагаме следната формула:

$$(9) \quad H_{\text{скПл}} = \frac{C_{\text{Змакс}}}{H_{\text{Кс}} \cdot 1 \text{ м}^3 \cdot B_{\text{р}} \cdot P} \cdot K_{\text{пр}}.$$

В този случай максималният запас се дели на количеството стока, което по норматив се съхранява на един кв. метър от рафта, умножено по броя на рафтовете. Полученото се умножава по коефициента на проходите.

При съхранение на стифове изчисленията са следните:

$$(10) \quad H_{\text{скПл}} = \frac{C_{\text{Змакс}}}{H_{\text{Кс}} \cdot 1 \text{ к.б.} \cdot B_{\text{рК}} \cdot B} \cdot K_{\text{пр}}.$$

При този вариант максималният запас се дели на произведението от количеството стока в един кашон, бала, сандък и др., умножено по броя им един върху друг, и полученото се умножава с коефициента на проходите.

Определената по норматив площ за съхранение на стоките е целесъобразно да се сравни с действащата (наличната). Така се разбира дали има потребност от нарастването ѝ, или е достатъчна за съхранението на максималното количество стоки през плановия период.

Управлението на запасите цели да се създават и поддържат оптимални обеми от стоки, които да отговарят адекватно на потребностите на купувачите. Целесъобразно е организацията да поддържа достатъчно запаси,

за да изпълнява всички поръчки на клиентите незабавно. Това обаче не е ефективно, тъй като разходите се увеличават бързо, когато качеството на обслужване на клиентите се повишава. Необходимо е да се знае с колко биха се увеличили продажбите и печалбите в резултат от поддържането на големи запаси и поемането на ангажимент за бързо изпълнение на поръчката.

Според Филип Котлър решението за запасите включва определянето на **момента за поръчка** и **обема на поръчката**.¹⁴ С намаляването на запасите снабдителите трябва да знаят при какво равнище да направят нова поръчка. То е известно като **точка на поръчване**. Необходимо е тя да бъде толкова по-висока, колкото по-дълго е времето за изпълнение, темпото на използване и стандартът на обслужване. Ако времето за изпълнение и темпото на употреба от клиента са променливи величини, точката на поръчка трябва да бъде установена на по-високо равнище, за да се осигури **безопасно равнище на запаси**. Точката на поръчване има за задача да балансира рисковете от липса на стоки и разходите от презапасяване.

Обект на внимание е и **обемът на поръчката**. Колкото по-голямо количество се поръчва, толкова по-рядко трябва да се прави поръчка. Целесъобразно е организацията да балансира разходите по обработката на поръчките и по поддържането на запасите. Разходите за обработка на поръчката на един производител се състоят **от разходи за пренастройване и започване на производството и производствени разходи за продукта**. Ако разходите за пренастройване и започване на производството са ниски, производителят може често да произвежда продукта и да поддържа по-малки запаси. Ако те са високи, производителят трябва да намали средните разходи чрез производството на по-големи партии и по-големи запаси.

Разходите за обработка на поръчката е целесъобразно да се сравняват с тези за поддържане на запасите. Колкото по-голямо е средното количество на запасите, толкова по-високи са разходите за поддържане (съхранение) на запасите. Последните включват такса за съхранение, данъци, застраховки, амортизации, цена на капитала и др.

Разходите за поддържане на запасите могат да достигнат до 30% от стойността им.¹⁵ Това означава, че организация, която желае да поддържа високо равнище на запаси, трябва да докаже, че те ще повишат брутната печалба с повече, отколкото е увеличението на разходите за поддържане на запасите.

Предварителните етапи в управлението на запасите трябва да включват провеждането на **анализ и прогнозиране на материалните запаси**. Целесъобразно е анализът на материалните запаси да се извърши, като се приложат методите на икономическия анализ – сравнителният, методът на аналитичните групировки, графичният, индексният, методът на верижното заместване, методът на разликите, индексно-факториалният и корелационно-регресионният метод на анализ. За изготвяне на надеждна **прогноза за материалните запаси** е необходимо да се прилагат редица методи – сравнителните, методите на експертизата, на

¹⁴ Котлър, Ф. Управление на маркетинга: анализ, планиране, реализация и контрол. Т. II. С., Графема, 1996, с. 202.

¹⁵ Пак там.

екстраполацията и на моделирането. Методите на моделирането са най-точните и често използвани в прогностичната дейност. Те се прилагат с цел разработване на различни видове модели – логически, информационни, структурни и статистико-математически. Според Белев най-висока степен на вероятност за сбъждане на прогнозата осигуряват статистико-математическите методи, получени в резултат от приложението на корелационно-регресионния анализ. Изградените с тяхна помощ оптимални величини на обектите на прогностичната дейност обаче служат като ориентири, към които прогностната величина трябва да се доближава. Те са ориентири и за обосноваването на плановите показатели. Ето защо използването на статистико-математическите методи в прогностната дейност осигурява рационализация на прогнозирания показател, т.е. той да отговаря най-добре на условията и измененията, които се очаква да настъпят в бъдещия период както в него, така и в обкръжаващата го среда.¹⁶ Методите за анализ и прогнозиране на материалните запаси са взаимосвързани и често се допълват.

С наложено приложение в логистичната практика е **методът “ABC-анализ”**. Неговата цел е да се идентифицира малко количество стока по определени критерии, в резултат от което чрез целенасочени въздействия върху него могат да се постигнат ефекти с голяма стойност. Според Македонска това е т. нар. концентрация върху същественото, което отговаря и на основната идея на логистиката.¹⁷

ABC-анализът може да се приложи, като се използват критериите “относителен дял в общата стойност” и “относителен дял в общото количество” от гледна точка на усилията, необходими за закупуването и съхраняването на материалните запаси. На табл. 3 са представени основните класове материални средства, обособени според тези критерии.¹⁸ Приложението на ABC-анализа е свързано с извършване на класификация на запасите в три класа, но е възможно и разширение на броя на класовете до четири и т.н.

Таблица 3
Групиране на материалните средства в класове на основата на ABC-анализа

Класове	Дял в общата стойност (%)	Дял в общото количество (%)
Клас А	70 – 80	5 – 10
Клас В	15 – 20	15 – 20
Клас С	5 – 10	70 – 80

Според Козловский тези критерии налагат формирането на специфична логистична политика, основана на ABC-анализа, която се изразява в следното:¹⁹

- Покупките на материални средства, принадлежащи към клас А, трябва да бъдат от значително по-надеждни доставчици в сравнение с тези на материалните средства от клас С.

¹⁶ За повече подробности вж. Белев, Д. Цит. съч., с. 26-67

¹⁷ Македонска, Д., Цит. съч., с. 275.

¹⁸ Пак там, с. 277.

¹⁹ Козловский, В.А. и др. Логистический менеджмент, Санкт-Петербург, Лань, 2002, с. 99.

- Материалните средства от клас А в сравнение с тези от класовете В и С трябва да се подлагат на прецизен контрол по отношение на начина и местата на складиране.
- Прогнозите за потребностите, отнасящи се до материалните средства от клас А трябва да бъдат много по-прецизни в сравнение с тези, свързани с класовете В и С.

АВС – анализът може да се приложи и въз основа на критериите “дял в обема на продажбите” и “дял в обема на реализираната печалба” от гледна точка на диференцираното обслужване на клиентите.²⁰ За целта е необходимо клиентите да се разграничат според вида, количеството и периодичността на покупките им, изискванията им към сроковете за доставка и т.н. Диференцирането на клиентите по определени признаци се извършва, за да се начертае необходимата стратегия и да се вземат съответните оперативни решения. Диференцирането цели да се определи кои стоки, услуги и клиенти са по-печеливши за организацията. В зависимост от това се формира политиката на продажбите на различните стоки и услуги и политиката на обслужването на клиентите според участието им в обема на продажбите и печалбата.

Управлението на обслужването на клиентите на основата на АВС-анализа изисква спазването на следните **етапи**.

Алгоритъм за провеждане на АВС – анализ

Етап 1: Класифициране на стоките групи и техните разновидности в зависимост от участието им в обема на продажбите и в реализираната печалба.

Етап 2: Категоризиране на клиентите в зависимост от стоките групи и количествата, които купуват.

Приложението на АВС – анализа е необходимо, тъй като при наличие на много позиции в запаса е трудно и невинаги оправдано да се прави прогнозиране на всяка една от тях. Ето защо е целесъобразно да се извърши групиране на стоките и да се изготвят прогнози само за стоките от клас А. Основната идея на метода е в това, че често относително малка част от обектите в дадено множество обхващат една голяма част от общия обем на продажбите и имат принос за реализирането на печалбата. Например 15% от стоките, предлагани в един търговски обект, могат да обхванат 85% от обема на продажбите.

Ориентировъчно групиране на стоките на основата на АВС-анализа е представено на табл. 4.

Таблица 4

Групиране на стоките в класове на основата на АВС – анализа

Класове	Дял в обема на продажбите (дял в реализираната печалба) (%)
Клас А	70 – 80
Клас В	15 – 20
Клас С	5 – 10

²⁰ Василева, Л. и др. Дистрибуционна политика. С., Тракия-М, 2002, с. 296.

Представената класификация на стоките въз основа на приноса им в обема на продажбите и реализираната печалба има само ориентировъчен характер и трябва да се прецизира съобразно спецификата на всяка конкретна организация.

Групирането на стоките се извършва с цел да се концентрира основното внимание от гледна точка на ефективността главно върху стоките от клас А. На стоките от клас С не може да се отдели същото внимание, но не могат и да се подценяват. Стоките от клас В заемат междинна позиция.

В зависимост от класа, към който се отнасят отделните стоки, се провежда диференцирана политика към тях. На табл. 5 са представени особеностите на всяка група стоки според вида на класа.

Таблица 5

Особености на класовете стоки според ABC – анализа

Стока	Характерни особености
Стока – А	Заемат най-голям дял в обема на продажбите и в реализираната печалба. Купуват се най-често, в големи количества от относително постоянни клиенти. Асортиментът е сравнително малък, продажбите им са високи, обръщаемостта на запасите е най-голяма, размерът на запасите е малък.
Стока – В	Заемат по-малък дял в обема на продажбите. Търси се по-голяма гама от взаимозаменяеми разновидности. Поддържат се по-големи стокови запаси, за да се осигури по-високо равнище на обслужване на клиентите.
Стока – С	Заемат най-малък дял в обема на продажбите и носят най-малка печалба. Предлага се голямо многообразие на асортиментни разновидности. Стоките са със забавена обръщаемост на запасите, поради което се поддържат по-големи стокови запаси. Тяхното предлагане създава у клиентите усещането за богат избор.

Клиентите също трябва да се категоризират в зависимост от това какво купуват и в какви количества. Тези, които купуват редовно големи количества стоки основно от клас “А”, са най-рентабилни за организацията, защото допринасят за реализацията на основния дял от продажбите и печалбата. Най-нерентабилни за фирмата са клиентите, които купуват малки количества стоки от клас “С”. В повечето случаи обаче такива клиенти са най-многобройни и организацията не може да се откаже от обслужването им. В същото време не е целесъобразно да се полагат еднакви усилия при тяхното обслужване в сравнение с клиентите от първата категория.

Въз основа на ABC – анализа се извършва ранжиране на стоките и клиентите и се търсят най-печелившите комбинации. Рентабилни комбинации са тези, при които клиентите от първата категория купуват стоки от клас “А” или между клиенти от първа категория и стоки от клас “В”. При следващите комбинации участието на стоките в обема на продажбите и печалбата намалява, като постепенно се стига до непечелившата комбинация между клиенти, които купуват малки количества стоки с ниски цени, но с голяма възможност за избор и заменяемост.

Основна задача на логистиката е да се осигури такова обслужване на клиентите, при което те да имат желание да купуват повече и редовно и да привличат нови клиенти. За целта е необходимо да се разработи диференцирана оферта, включваща оптимален срок за изпълнение на поръчката, поддържане на оптимално равнище на стокови запаси, което да

гарантира ритмичност при изпълнение на поръчките, оказване на допълнителни услуги (безплатни и платени), диференциране на обслужването и т.н.

Според Василева²¹ въз основа на диференцирането на стоковите групи, услуги и клиенти може да се разработи **диференцирана политика за обслужване на клиентите** по отношение на: цикъла на изпълнение на поръчките; равнището на поддържаните стокови запаси в зависимост от търсенето и приноса в реализирането на печалбата; определянето на минимални количества за поръчване от отделни стокови групи; удължаване срока за доставка с необходимото време за консолидация (обединяване на малки товари за изпращане) на пратките до клиентите; избора на вида на транспорта, когато превозът се осигурява от доставчика, и т.н., както и по географски територии, дистрибуционни канали и продуктови линии.

Политиката по диференциране на обслужването на клиентите е свързана с разработването и приемането на **стандарт** на основата на следните критерии: разполагемост с асортиментни разновидности и количества в процент от подадените поръчки; фактически доставени количества и асортиментни разновидности в процент към поръчаните; време за изпълнение на поръчките в часове или в дни и др.

Целесъобразно е стандартите за обслужване на клиентите да имат количествен израз и да отговарят на следните условия: да са валидни за по-дълъг период; предварително да се оферират и да се отнасят за всички клиенти от дадена категория; да улесняват изпълнението на поръчките и свързаните с тях процедури; да служат при разработването на планове и сключването на дългосрочните договори с постоянните клиенти за тяхното обслужване.

Логистиката изисква и индивидуален подход на обслужване на потребителите, като индивидуалното обслужване трябва да се насочи само към перспективните клиенти, тъй като е свързано с повече разходи и усилия поради изпълнението на нестандартизирани процедури и операции. В същото време то осигурява по-голяма гъвкавост и съобразяване с изискванията и платежоспособността на целевия клиент.

Можем да обобщим, че значението на ABC – анализа се изразява във възможността за по-прецизно прогнозиране, контрол, надеждни доставки, максимална точност при отчета на съхраняваните материални средства и подобряване на възможностите за диференцирано логистично обслужване на крайните потребители.

ABC – анализът е първоначален етап при провеждането на **цялостен анализ на логистичната система, свързана с управлението на запасите** в дадена организация. По-долу е представен примерен алгоритъм на провеждане на анализ на логистична система за управление на запасите.²²

²¹ Василева, Л. и др. Цит. съч., с. 298.

²² Биг – Петербург on line, илюстрации и графически материали, Business Service Association, 2001, <http://www.big.spb.ru/publications/logistika.shtml>

Алгоритъм на анализ на логистична система за управление на запасите в организацията

Етап 1	Определяне на стойността на запасите, номенклатурата им и техните количествени характеристики.
Етап 2	Провеждане на ABC – анализа и определяне на запасите с основно значение (клас A), по-малко важните (клас B) и незначителните запаси (клас C).
Етап 3	Определяне на процедурите за контрол върху различните видове запаси, прилагани в сегашния момент от организацията.
Етап 4	Сравняване на прилагания начин на контрол с необходимия.
Етап 5	Определяне на основните стъпки за преход от сегашната форма на контрол на запасите към целесъобразната. Усъвършенстването на системата за контрол на запасите изисква изключване на ненужните процедури.

Ефективното управление на запасите е свързано с приложението на подходящи **системи** и съответните **модели**. Основният критерий при избора на подходяща система е осигуряването на максимално точни равнища на запасите с минимални разходи. Това се налага от необходимостта избраната система да функционира ефективно, т.е. чрез нея да се осигури достатъчен обем от съхраняваните запаси с бърза обръщаемост и минимални разходи за тяхното управление.

Прилагат се следните **системи за управление на запасите** и свързаните с тях оптимизационни модели: с постоянен размер на поръчките, периодична и смесена система.²³ Изборът на ефективна система изисква изследване на техните особености.

Системите с постоянен размер на поръчките са непрекъснати системи за управление на запасите. Те регистрират и съхраняват информация за текущото състояние на запасите, като държат сметка за обема на поръчката и критичното ѝ равнище, наречено точка на поръчка. Тези параметри имат постоянен характер независимо от търсенето, което е с променлива величина, а срокът за изпълнение на поръчката може да бъде постоянен или променлив. При определяне равнището на запасите значение има и средният размер, който се изчислява, като към гаранционния запас се прибави една втора от обема на поръчката.

Проявлението на системите с постоянен размер на поръчката е чрез модела за определяне на оптималния запас. Прилагането на този модел за оптимизиране на запасите се основава на информацията за разходите, прогнозното търсене и срока на изпълнение на поръчките. Размерът на поръчката е постоянен, еднакъв при всички заявки за попълване на запаса. Потреблението на запаса също е в равни количества и когато запасът достигне своето критично равнище, се пуска нова поръчка за попълването му. На тази основа се определя оптималното количество от даден запас, изразяващо количеството запас за удовлетворяване на определени потребности, не повече от необходимото, при което се постига най-голямо съвпадение или равенство на сумата на разходите за поръчка и сумата на

²³ Македонска, Д. Цит. съч., с. 211-236.

транспортните разходи. Оптималният запас се изчислява с помощта на формулата:²⁴

$$(11) \quad Q_{opt} = \frac{\sqrt{2RQ}}{Pf + T},$$

където Q_{opt} е оптималното количество запас;

R – разходите за поръчка;

Q – количеството от запаси, използвани за годишно потребление

P – цената на единица запас;

f – предлагаемият процент на разходите за поддържане на средногодишната стойност от даден запас;

T – транспортните разходи за превоз на единица стока (годишно).

При изчисляване на разходите за поръчка за определяне на оптималните количества от даден запас влияние могат да окажат следните фактори: динамиката в цените; инфлацията; забавянето на доставките; икономическата конюнктура и др. В резултат от това се предвижда и приложението на разновидности на модела за оптималния размер на поръчката – при доставки със закъснение, при отстъпки за количество, при известно повишение на цената и т.н.

Системата за управление на запасите, основаваща се на постоянния размер на поръчките, е с доказано в практиката приложение основно за управлението на запаси с висока стойност, за които е необходим много строг контрол.

Периодичните системи за управление се основават на периодичната проверка на съхраняваните запаси при фиксирани интервали, наречени контролни периоди. Те имат постоянен характер с оглед установяването на наличните складови запаси в началото на всеки период. Съществено за тази система е, че обемът на, интензивността на търсенето и критичното равнище на поръчката са променливи величини. За всеки съхраняван запас от дадена позиция се определя максимално равнище на запаса, чието предназначение е да удовлетворява търсенето през интервалите от време между поръчките. Обемът на конкретната поръчка се определя като разлика между максималното равнище и наличния запас в момента на проверката. Следователно периодичните системи са зависими от следните два показателя – фиксирания интервал на поръчките и максималното равнище на запаса. Това изисква наличието на по-голям обем гаранционен запас за дадена позиция с оглед предотвратяване на евентуален дефицит, породен от по-продължителния период между две проверки и срока на изпълнение на поръчката. Приложението на периодичната система за управление на запасите е чрез детерминирания модел за определяне на оптимален интервал между поръчките. То показва времето, когато трябва да се пусне поръчка за доставка по дадена позиция от запаси, като тези интервали са равни. За целта се използва следната формула, изведена на базата на минималните общи годишни разходи, чийто размер представлява съвкупността от разходите за покупка, за поръчка и за съхранение:

²⁴ Александров, С. и др. Управленска отчетност. Свищов, 1995, с. 242.

$$(12) \quad Rg = QP + mR + \frac{QPf}{2m},$$

където Rg са общите годишни разходи;

QP – разходите за покупка;

$m = 1/t$ – броят на поръчките;

R – разходите за поръчка;

$\frac{QPf}{2m}$ – разходите за съхранение на средния запас, в бр.;

$t = 1/m$ – интервалът между две поръчки в годината.

След преобразуване формулата се изменя, както следва:

$$(13) \quad Rg = Qp + \frac{R}{t} + \frac{QPft}{2}.$$

При изчисляване на минималните годишни разходи трябва да се има предвид, че периодът между поръчките, осигуряващ минимални годишни разходи, се определя чрез намирането на първата производна на разходите по t , приравнена на нула.

$$(14) \quad t_0 = \frac{\sqrt{2R}}{QPf}.$$

Оттук, минималните годишни разходи се определят по формулата, при която се замества с t_0 :

$$(15) \quad Rg_{min} = QP + Q \cdot Pft_0,$$

където QPf са разходите за съхранение на единица запас за година.

Приложението на модела изисква интензивността на търсенето на даден запас да е определена и постоянна, времето за попълване на запасите също да е постоянно и независимо. В практиката трудно се постига такава определеност, поради което възниква необходимостта от поддържането на по-голям гаранционен запас, а това невинаги е икономически изгодно. Влиянието на гаранционния запас е двупосочно – от една страна, с него се понижават разходите при липса на запас, а от друга, се увеличават разходите за съхранение, което обуславя необходимостта от неговото прецизно определяне. Практическият опит показва, че повишените разходи за гаранционен запас могат да се компенсират с приложението на по-широка номенклатура в рамките на една поръчка.

Смесената система за управление на запасите се нарича още “мини – макс система или система с две нива”, тъй като съчетава характерните белези на непрекъснатата и периодичната система. Същественото за нея е, че размерът на запаса периодично се проверява на равни интервали, а новата поръчка се пуска, когато обемът му достигне до критичната точка на поръчката. Размерът на поръчката се определя като разлика между максималния и текущия запас за фиксирания интервал от време. Оттук основните параметри на системата са продължителност на интервала между две поръчки (t); максимално равнище на запаса (Q_{max}) и точка на поръчка (q_{be}).

Приложението на смесената система за управление на запасите позволява доставките да се извършват в оптимални количества, което редуцира разходите от честото пускане на малки поръчки и поддържането на значителен гаранционен запас, изчислен на основата на анализа на колебанията в търсенето, осигуряващ защита за периода между два фиксирани интервала и срока за изпълнение на поръчката. Това я прави предпочитана в практиката на водещите в пазарно отношение организации в процеса на управлението на запасите и оптимизирането на тяхното равнище.

Практиката за планиране на запасите може да се промени поради нарастващия интерес към методите "just – in – time", които се характеризират със специфична организация на пристигането на доставките точно в момента, когато са необходими. Ако доставчиците са зависими, производителят поддържа много по-ниски равнища на запасите и все пак успява да посрещне стандартите за изпълнение на поръчките на клиентите.

Все повече организации се опитват да преминат от предлагане, базирано на прогнози, към верига на предлагане, основано на реагиране на поръчките. При първото организацията произвежда количеството, определено чрез прогнозиране. При второто базираната на реагиране на поръчките верига за предлагане се задейства от клиента, така че има постоянно производство и обновяване на запасите при постъпването на поръчки. Организацията произвежда това, което се продава в момента. Производство, реагиращо на поръчки вместо на прогнози, значително намалява разходите за запаси и рисковете.

2. Модели за оптимизиране на логистичните дейности

Целите на логистиката, свързани с понижаване на съвкупните логистични разходи и повишаване равнището на обслужване на потребителите, налагат оптимизиране на разглежданите логистични дейности чрез приложение на математическите методи. Оптимизацията изисква разработването на модели, които могат да служат като ориентир при разработването на плана, чието приложение ще допренесе за изпълнение на начертаните логистични цели.

Ще предложим няколко модела за оптимизиране на логистичните дейности. Те са апробирани с реални входни данни за текуща ситуация, отнасяща се за българската армия (БА), но са с приложение както за военната, така и за стопанската сфера. Смятаме, че такова двуаспектно приложение е възможно, тъй като логистичните дейности, реализирани в армията, са сходни с тези в стопанската сфера. Близки са и логистичните цели, които за армията се изразяват като стремеж към понижаване на съвкупните разходи за логистика и осигуряване на високо равнище на изпълнение на планираните военни операции.

Години наред осигуряването на БА с материални средства се разглеждаше като рутинна дейност с осигурен бюджет без реална заинтересованост от страна на логистичните органи по отношение на обема на разходите и последиците, свързани с некачествените доставки.

Военната реформа, произтичаща от промените в икономиката и обществото, и членството в НАТО наложиха необходимостта от нов поглед върху осигурителните процеси в армията.

Изследването на логистичната система на армията очертава следните проблеми:²⁵

- **Недостиг на финансови средства.** Анализът показва, че заявените и планираните финансови средства за закупуване на материални средства не се предоставят в пълния им размер или се изплащат с голямо закъснение.
- **Трудности при постигането на оперативна съвместимост на БА с армиите от НАТО.** Модернизацията на БА е свързана със сериозен разход на финансови средства.
- **Нереално ниски планирани единични цени на някои стоки, заложи в материалния план на БА.** Проблемът е свързан с липсата на традиции и опит в проучването, анализа и прогнозирането на пазарите и цените.
- **Недостатъчна складова база.** Основните причини за това са: наличието на излишни военновременни запаси, които могат да се използват за текущи нужди; необходимостта от актуализиране на заповедите, регламентиращи бракуването на материалните средства; липсата на опит и желание за приложението на оптимизационните модели за управление на запасите.
- **Недостиг на основни за БА материални средства (вещево имущество, гориво-смазочни материали, резервни части за военна техника).** Главните причини за този недостиг са: ограниченият военен бюджет; привиждането на финансовите средства със закъснение; изборът на ненадеждни доставчици на БА.
- **Ограниченост на номенклатурата от материални средства, обект на доставка за БА.**

Преодоляването на разгледаните проблеми изисква приложение на съвременния логистичен подход, търсещ резерви, от една страна, за понижаване на разходите за логистика, а от друга, за осигуряване на качествени доставки, което като краен резултат цели нарастването на оперативната ефективност. На този етап в БА не се разработват оптимизационни логистични модели поради следните причини: липса на опит на ръководните логистични органи на БА в тази област; недостиг на подготвени специалисти на различни равнища на вземане на решение; липса на стройна информационна система в БА, позволяваща разработването на надеждни оптимални логистични модели. В същото време в армиите от НАТО тази дейност е с традиции.

Във връзка с това възниква и необходимостта от разработване и приложение на математически модели с цел оптимизиране на логистичните дейности в армията.

²⁵ Доклад на ГЩ на БА. Насоки за усъвършенстване на методите и определяне на потребностите, отчета и съхранението на материални средства. С., Гл. У МТМО, 2003.

2.1. Транспортен модел

Математическите методи, въз основа на които се разработват оптимизационните модели, позволяват от многобройните варианти за организация на стокодвижението да се избере този, който осигурява най-добри и изгодни условия за организацията – намирането на най-късото разстояние, реализирането на най-малки транспортни разходи за доставка на стоката или доставянето ѝ за най-кратко време. Методите са особено полезни, когато броят на доставчиците на продукти и потребителите им е голям. За целта е необходимо приложението на транспортната задача на метода на линейното програмиране.²⁶

Разработването на модела има за задача съставяне на оптимален план за превозване на необходимото количество стоки. **Оптималността на плана** се заключава в определянето на количеството стоки, което трябва да се транспортира от определени складове до отделните потребители, при което се постигат най-малки транспортни разходи или друг определен критерий.

В следващото изложение е представен математически модел за оптимизиране на плана на превозите и доставките, разработен за БА, но с приложение и в стопанската сфера.

Разработването на модела е свързано с промените в системата на снабдяване на армията, наложени поради членството в НАТО, военната реформа и произтичащите от тях изменения в числения състав и броя на поделенията в нея. Промените бяха насочени към създаване на нови снабдителни центрове на териториален принцип, в резултат от което поделенията се освободиха от изпълнението на някои несвойствени функции, свързани със снабдяването.

На 01.10.2001г. бяха създадени шест **териториални снабдителни центрове (ТСЦ)** на територията на страната. Според Методиката за организация на тяхната дейност,²⁷ ТСЦ са елемент от системата за единно материално-техническо осигуряване. Те са изпълнителен орган на Командването на материално-техническо осигуряване (КМТО) за осъществяване на снабдяването с материални средства, обслужването, поддръжката и ремонта на тиловата техника, имуществата, оборудването и инфраструктурата и са непосредствено подчинени на командира на КМТО.

ТСЦ извършват логистично осигуряване на поделенията от БА на принципа на единното транспортно, медицинско и комунално-битово обслужване на всички войскове формирования независимо от вида въоръжени сили в зоната им за отговорност, която се определя със заповед на министъра на отбраната на Р. България. Тук не влизат материалните средства, изискващи специален режим на съхранение и опазване и притежаващи достатъчна степен на секретност.

Снабдяването с материални средства за БА се извършва от фирми, избрани чрез търг, организиран от дирекция "Управление на доставките" –

²⁶ Вж. по-подробно Александров, Кр. Маркетинг, С., УИ "Стопанство", 1999, с. 183-192.

²⁷ Методика за организация на дейността на териториалните снабдителни центрове, Заповед на началника на ГЩ на БА №110 от 28.05.2003г., С., с.1.

МО,²⁸ като фирмите доставят договорените материални средства в централен склад, а от него те се транспортират в ТСЦ.

Снабдяването на поделенията от БА с хранителни продукти с малка трайност се извършва от фирми, избрани въз основа на проведени търгове, организирани от ТСЦ.²⁹

Според раздел IV, т.1 и 2 от цитираната методика за организация на дейността на ТСЦ могат да се прилагат **следните способности за доставка на материални средства** до поделенията – крайни получатели, в зависимост от клаузите в сключените договори и обекта на доставката (фирми или централни складове на БА):

- фирма – ТСЦ – поделение краен получател;
- фирма – поделение краен получател;
- централен склад – ТСЦ – поделение краен получател.

Доставката на материални средства до поделенията – крайни получатели, се извършва в зависимост от вида и трайността на материалните средства ежедневно или периодично на базата на заявките от поделенията до ТСЦ, които се изготвят съгласно договора.

Първоначалната идея за доставка на хранителни продукти с малка трайност налагаше способът “фирма – ТСЦ – поделение краен получател” да бъде с приоритетно значение, а способът “фирма – поделение краен получател” да се прилага само за стоки с ежедневна доставка (хляб, мляко) и бързоразвалящи се продукти (някои плодове и зеленчуци). Проучвания на дейността на ТСЦ за периода на тяхното функциониране показват, че се налага способът “фирма – поделение краен получател”. В резултат от приложението му, обаче се наблюдават някои негативни явления (вж. табл. 6).³⁰

Преодоляването на разгледаните проблеми, произтичащи от сегашната организация на снабдяване на поделенията от БА, може да се постигне, чрез приложение на смесената форма като комбинация между централизираната и децентрализираната форма на доставка. Смесената форма изисква поделенията на територията на страната да се групират в окрупнени войскове единици, които да включват по-голямо поделение, изпълняващо функциите на междинен склад, и по-малки поделения, принадлежащи на даден район. При този вариант се налага способът “фирма (централен склад) – ТСЦ – поделение краен получател”, при който ТСЦ снабдява по-големите поделения със собствен транспорт, а по-малките се снабдяват от по-голямото.

Разработването на оптимална схема на доставките от ТСЦ към поделенията – потребители изисква отчитане на ефективността, която за армията е целесъобразно да се измерва на основата на показателя за ефект “понижение на разходите за логистика”, но с приоритет само за мирно време.

²⁸ Методика за дейността на комисиите по разглеждане, оценяване и класиране предложенията на фирми, участващи в конкурси за изпълнение на обществена поръчка за доставка на хранителни продукти. Заповед на командира на I армейски корпус № 8, 10.01.2001г., С.

²⁹ Методика за организация на дейността на териториалните снабдителни центрове. Заповед на началника на ГЩ на БА №110 от 28.05.2003г., С., с. 7.

³⁰ Банабакова, В., С. Стефанов. Параметри на оптимизирането на логистиката на снабдяването и разпределението в Българската армия. – Военен журнал, С., 2004, N 3, с. 153.

За военно време картината е по-различна, тъй като на преден план излизат качествените показатели за измерване на ефективността като срок на доставката, готовност за доставка, гъвкавост, точност на доставката, качество на доставката, информационна осигуреност на доставката и други.

Таблица 6

Проблеми при снабдяването на БА с хранителни стоки с малка трайност

Видове проблеми	Аспекти на проблемите
Занижен контрол върху качеството на хранителните продукти	Фирмите доставят хранителните продукти в поделенията, като контролът върху качеството не се извършва от специализирана лаборатория. Лабораторният анализ на отделни единици продукти не е достатъчен, тъй като по време на превоза фирмата може да подмени анализираната стока със стока с по-лошо качество.
Занижен контрол по отношение на лимитната дисциплина	ТСЦ не могат да контролират какви количества хранителни продукти получават поделенията с оглед на лимитната дисциплина.
Проблеми със снабдяването на малките поделения	Доставчиците отказват да снабдяват по-малките поделения, тъй като трябва да превозват по-малко количество хранителни продукти на по-голямо разстояние.
Завишаване на цената на хранителните продукти	Цената, предлагана в офертите на доставчиците при участие в търг, включва и транспортните разходи до най-отдалеченото поделение.
Натоварване на поделенията с нехарактерни функции	Контрол върху качеството на доставените хранителни продукти. Съгласуване на графика и количеството за доставка с доставчиците и др.
Неправомерно уговаряне между поделенията – потребители и фирмите за доставка на хранителни продукти с ежедневна консумация два или три пъти седмично (хляб, закуски и др.)	Резултатът от тези уговорки е консумация на хранителни продукти с влошено качество от личния състав на поделенията.

Като една от основните логистични дейности управлението на транспорта на БА е свързано с търсене на резерви за повишаване ефективността на доставките, като един от вариантите за понижаване на разходите е минимизирането на сумарните транспортни разходи. Това може да се постигне чрез разработване и прилагане на **оптимален математически модел за разпределение на доставките на материални средства, който изисква** приложението на най-подходящия способ за доставка, а именно фирма (централен склад) – ТСЦ – поделение краен получател. Освободените в резултат от приложението на модела финансови средства могат да се използват за допълнителни инвестиции и за преодоляване на някои от разгледаните проблеми на осигуряването на БА.

Съгласно разпореждане на началника на ГЩ на БА³¹ в сегашния момент снабдяването е регламентирано от всяко ТСЦ към точно определени поделения. За анализ на транспортните разходи е съставен **модел**,³² **базиран на класическата транспортна задача**. За опростяване

³¹ Разпореждане на началника на ГЩ на БА N:12 /31.01.2003г., С.

³² Банабакова В., С. Стефанов, Оптимизиране на снабдяването на армията. – В: Втора международна научна конференция на тема "Изследване и технологии за нуждите на отбраната и въоръжените сили". Пловдив, ХЕМУС 2004, 2004.

поделенията са групирани във войскови относителни единици на териториален принцип. Това не променя съществено качеството на модела, защото е прието по-малките поделения да се снабдяват от по-голямото в района. Потребностите на групите поделения са представени в относителни единици, съответстващи на числения им състав, отнесен към 1000 войници. Това позволява да се приеме и допускането, че единица материално средство може да се достави с един транспорт. Наличностите в ТСЦ са представени в същите относителни единици и е прието, че надхвърлят потребностите на зачислените към тях поделения. Това се определя от наличието на резерв (мирно- и военновременни запаси³³) и от факта, че ежедневно постъпват продукти от фирмите – доставчици.

Моделът е апробиран с реални данни за страната, като изчислителните процедури са реализирани в електронна таблица MS Excel.

На табл. 7 са показани разстоянията в километри между отделните ТСЦ и групите поделения. Транспортните разходи за една доставка се формират по формулата:

$$(17) \quad c = l \cdot r \cdot c_{гсм} ,$$

където c са транспортните разходи, лв.;

l – разстоянието между ТСЦ и основното поделение в групата, км;

r – разходната норма на използваното транспортно средство, литър на 100 км;

$c_{гсм}$ – цената на един литър гориво, лв.

Сумарните транспортни разходи за една доставка до всички поделения се определят от израза:

$$(18) \quad Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot q_{ij} = r \cdot c_{гсм} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij} q_{ij} ,$$

където Z са сумарните транспортни разходи, лв.;

c_{ij} – цената на доставката от i -тото ТСЦ до j -тата група поделения, лв.;

q_{ij} – обемът на доставката от i -тото ТСЦ до j -тата група поделения, относителни единици;

l_{ij} – разстоянието между i -тото ТСЦ и j -тата група поделения, км;

n – броят на ТСЦ в страната;

m – броят на групите поделения в страната.

В модела израз (18) е целева функция, подлежаща на минимизиране. От израза след второто равенство е очевидно, че минимизацията, осъществена по критерия разстояние, е аналогична на минимизиране на транспортните разходи, тъй като връзката между двете величини е линейна.

³³ Методика за организация на дейността на териториалните снабдителни центрове. Заповед на началника на ГЩ на БА №110 от 28.05.2003г., С., с. 2.

Таблица 7

Разстояния в километри между ТСЦ и по-големите поделения

	Банско	София	Враца	Лом	Плевен	Ловеч	Белене	В.Търново	Русе	Шумен	Варна	Разград	Бургас	Карнобат	Казанлък	Карлово	Сливен	Пловдив	Хасково	Смолян	Наличност
Плевен	385	174	108	150	10	35	72	120	146	219	304	181	334	282	156	137	228	194	300	296	9.8
Шумен	582	381	329	369	219	225	160	140	115	20	90	49	148	96	204	259	135	283	243	385	7.4
Сливен	453	279	300	395	228	193	190	110	216	135	248	168	114	62	76	131	16	159	108	261	8.2
Казанлък	397	197	306	306	156	121	172	92	198	204	294	253	188	136	25	55	76	153	128	255	4.7
Пловдив	294	156	237	319	194	159	272	192	298	283	398	327	270	218	153	60	159	17	106	102	8.1
София	200	15	116	216	174	167	236	241	320	381	469	375	385	333	197	142	279	156	262	258	9.5
Потребности	1	7.1	0.4	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	3	3	0.4	2.7	0.5	2.5	1.2	4	4	2.6	0.5	47.7

Таблица 8

Разпределение на доставките към момента

	Банско	София	Враца	Лом	Плевен	Ловеч	Белене	В.Търново	Русе	Шумен	Варна	Разград	Бургас	Карнобат	Казанлък	Карлово	Сливен	Пловдив	Хасково	Смолян	Наличност
Плевен	0	0	0	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6
Шумен	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	3	3	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6
Сливен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0.5	0	0	4	0	0	0	7.2
Казанлък	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	2.6	0	5.1
Пловдив	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	4	0	0.5	5.7
София	1	7.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5
Потребности	1	7.1	0.4	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	3	3	0.4	2.7	0.5	2.5	1.2	4	4	2.6	0.5	2226.25

Таблица 9

Оптимално разпределение на доставките

	Банско	София	Враца	Лом	Плевен	Ловеч	Белене	В.Търново	Русе	Шумен	Варна	Разград	Бургас	Карнобат	Казанлък	Карлово	Сливен	Пловдив	Хасково	Смолян	Наличност
Плевен	0	0	0	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
Шумен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4
Сливен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0.5	0	0	4	0	0	0	7.2
Казанлък	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	1.2	0	0	0	0	3.7
Пловдив	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.6	0.5	7.1
София	1	7.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5
Потребности	1	7.1	0.4	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	3	3	0.4	2.7	0.5	2.5	1.2	4	4	2.6	0.5	2169.25

Разпределението на доставките от ТСЦ към поделенията, фиксирани в разпореждането на началника на ГЩ на БА,³⁴ е показано на табл. 8, като в последния ред са представени потребностите на поделенията, а в последната колона – приетите наличности на ТСЦ. Разходите по този план за една доставка възлизат на 2226.25 км или 1057.47 лв., при разход на гориво 38 литра на 100 км (норма за Зил-130³⁵) и цена 1.25 лв. за литър бензин.

Дефинираният модел позволява преразпределение на доставките за отделните ТСЦ така, че транспортните разходи да бъдат минимизирани. Това става чрез алгоритъма за решаване на транспортна задача, като са налице следните ограничения:

$$(19) \quad \sum_{i=1}^n q_{ij} \geq a_j,$$

където a_j е потребността на j -тата група поделения, в относителни единици и

$$(20) \quad \sum_{j=1}^m q_{ij} \leq b_i,$$

където b_i е наличността в i -тото ТСЦ, в относителни единици.

Израз (19) означава, че j -тата група поделения не трябва да получава повече материални средства от нейната потребност, а израз (20) – че от i -тото ТСЦ не могат да се доставят повече материални средства от наличните в него.

Комбинирането на изрази (18), (19) и (20) в добавка с ограничението $q_{ij} \geq 0$, физическият смисъл на което е, че доставките стават само от ТСЦ към поделенията, а не обратно, дефинира оптимизационна задача на линейното програмиране. Нейното решение ни дава оптимално разпределение на доставките от ТСЦ към поделенията, водещо до минимизиране на съвкупните транспортни разходи.³⁶

На табл. 9 са показани резултатите, получени от решението на дефинираната оптимизационна задача с използване на изчислителните възможности на електронна таблица MS Excel.

Сравнението на получените резултати (вж. табл. 9) със съществуващото в момента положение (вж. табл. 8) налага следните изводи:

- Заложеното в разпореждането на началника на ГЩ на БА³⁷ разпределение на доставките от ТСЦ към поделенията се доближава към оптималното, което е логично, тъй като те са разпределени по географски принцип.
- С минимални изменения в разпределението на доставките (вж. табл. 8 и 9) може да се получи снижение на транспортни разходи,

³⁴ Разпореждане на началника на ГЩ на БА N:12 /31.01.2003г., С.

³⁵ Вж. МЗ 14 и 15 /08.02.1990г. за "Единните разходни норми на АБТТ, ИТ и специална техника".

³⁶ Василев, Н. и др, Приложна математика, С., ВИ, 1985, с. 391.

³⁷ Разпореждане на Началника на ГЩ на БА N:12 /31.01.2003г., С.

възлизащо на 2.56% за една доставка – изразено в километри. Това понижение възлиза на 57 км пробег, а във финансови средства при използване на транспортен автомобил Зил-130 с разходна норма на гориво 30 л на 100 км – 20.52 лв.

- Понижението на транспортни разходи за една година, изразено в километри, ще бъде 2964 км, а във финансови средства – 1067.04 лв., ако се приеме, че доставки се извършват ежеседмично.
- Реализираното понижение се отчита само при доставките на една стокова група, тъй като моделът е едноподуктов, но според заповед на МО, определяща стойностните норми за хранене,³⁸ основните позиции от хранителни продукти – обект на доставка, са 25. В резултат от това реализираната икономия от транспортни разходи за една година може да достигне приблизително 26 676 лв.
- През ТСЦ се реализират доставките и на редица други видове материални средства, в резултат на което е целесъобразно да се отчитат и възможностите за комбиниране на превозите на различни стокови групи. Това обаче представлява отделна оптимизационна задача.

Трябва да подчертаем, че оптималният модел за разпределение на доставките е приложим не само за армията, но и в стопанската сфера при аналогични отношения между стопанските субекти.

2.2. Модел за оптимално месторазположение на складовете

Основен проблем при управлението на складовата дейност е определянето на месторазположението на складовете в организациите. Важно е изборът да бъде направен така, че бъдещото използване да води до най-малки транспортни разходи при доставката на стоките до обектите на потребителите. При определянето на месторазположението на складовете трябва да се отчитат редица условия, свързани с броя на складовете, техния капацитет, разположението на потребителите, транспортната инфраструктура, транспортните разходи от доставчиците до складовете и от тях до потребителите, разходите, свързани със складовата дейност, обема на продажбите, скоростта на обръщаемост на запасите и т.н.

Един от методите, използван за определяне на месторазположението на складовете, е транспортната задача.

Оптимизирането на броя на складовете и тяхното месторазположение в дистрибуционния процес имат голямо значение за формирането на общите разходи, свързани с извършването на складовата дейност.

В предходното изложение беше разгледан математически модел за оптимизиране на транспортните разходи, разработен за армията. Предложената методика³⁹ позволява също да се анализират и различни варианти за разположение на ТСЦ на БА, т.е. да се търси такова

³⁸ Заповед на МО на РБ № ОХ-825 от 09.12.2002г. относно въвеждане на стойностни норми за хранене на военнорслужещите на кадрова и наборна военна служба и гражданските лица от ВС на РБ в мирно време.

³⁹ Банабакова В., С. Стефанов. Оптимизиране на снабдяването на армията...

местоположение за тях, което да оптимизира допълнително транспортните разходи. Това е необходимо, тъй като броят и месторазположението на ТСЦ са обект на обсъждане и ще търпят промени. Изборът обаче не зависи само от транспортните разходи, а и от множество други фактори като инфраструктурата на съответните пунктове, транспортната мрежа, съществуваща в страната, спецификата на военните задачи. Ето един пример:

На табл. 10 са показани разстоянията между ТСЦ и поделенията при условие, че ТСЦ от гр. Сливен е преместено в гр. Бургас, а на таблица 11 – съответното оптимално разпределение на доставките. Резултатите от апробацията налагат **извода**, че такъв избор не е подходящ, тъй като разходите нарастват с 4% в сравнение със съществуващото месторазположение на териториалните снабдителни центрове.

Разгледаната методика за определяне на оптималното месторазположение на складовете въз основа на критерия “минимизирани транспортни разходи”, разработена за армията, е подходяща и за стопанската сфера.

Тази методика дава възможност за приложение и при условие, че нуждите на потребителите са по-големи от капацитета на складовете. Такова несъответствие между потребности и наличности може да се дължи на недостатъчната складова площ за съхранение на стоките, поради което трябва да се построи допълнителен склад. Възможно е обаче при равни други условия да се наложи избор между две места за построяване на складове. Основен критерий тук е величината на експлоатационните и транспортните разходи за доставка на стоките до потребителите, която трябва да бъде най-малка.

2.3. Модели за управление на запасите, приложими за българската армия

Важна логистична дейност на БА е *управлението на запасите*. Управлението на ресурсите за отбрана е в пряка зависимост от това на запасите, необходими за постигане на целите и задачите на БА. Възприетият модел за планиране и прогнозиране на въоръжените сили и осигуреността им с необходимите ресурси за материално-техническо и медицинско обслужване (МТМО) и бойна мобилизационна подготовка изисква използването на подходящи модели за управление на запасите за реализиране на функциите на БА (в мирно време, по време на война, в условията на кризи от невоенен характер) с оглед осъществяването на контрол върху движението на материалните потоци.

Все още в практиката по управление на запасите в БА не е намерен подходящ модел за определяне на оптималното равнище на запасите. При избора на подходяща система за БА основен критерий трябва да бъде осигуряването на максимално точни нива на запасите с минимални разходи. целесъобразно е избраната система да функционира ефективно, т. е. чрез нея да се осигури достатъчен обем от съхраняваните запаси с бърза обръщаемост и минимални разходи за тяхното управление.

Таблица 10

Разстояния между ТСЦ и поделенията (вариант Бургас вместо Сливен)

	Банско	София	Враца	Лом	Плевен	Ловеч	Белене	В.Търново	Русе	Шумен	Варна	Разград	Бургас	Карнобат	Казанлък	Карлово	Сливен	Пловдив	Хасково	Смолян	Наличност
Плевен	385	174	108	150	10	35	72	120	146	219	304	181	334	282	156	137	228	194	300	296	8.8
Шумен	582	381	329	369	219	225	160	140	115	20	90	49	148	96	204	259	135	283	243	385	6.4
Бургас	504	385	406	506	334	299	304	224	263	148	134	197	25	52	198	253	114	270	222	372	7.2
Казанлък	397	197	306	306	156	121	172	92	198	204	294	253	188	136	25	55	76	153	128	255	3.7
Пловдив	294	156	237	319	194	159	272	192	298	283	398	327	270	218	153	60	159	17	106	102	7.1
София	200	15	116	216	174	167	236	241	320	381	469	375	385	333	197	142	279	156	262	258	8.5
Потребности	1	7.1	0.4	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	3	3	0.4	2.7	0.5	2.5	1.2	4	4	2.6	0.5	41.7

Таблица 11

Оптимално разпределение на доставките (вариант Бургас вместо Сливен)

	Банско	София	Враца	Лом	Плевен	Ловеч	Белене	В.Търново	Русе	Шумен	Варна	Разград	Бургас	Карнобат	Казанлък	Карлово	Сливен	Пловдив	Хасково	Смолян	Наличност
Плевен	0	0	0	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
Шумен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4
Бургас	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0.5	0	0	4	0	0	0	7.2
Казанлък	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	1.2	0	0	0	0	3.7
Пловдив	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2.6	0.5	7.1
София	1	7.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5
Потребности	1	7.1	0.4	0.3	4.5	0.15	0.45	3.2	0.2	3	3	0.4	2.7	0.5	2.5	1.2	4	4	2.6	0.5	2315.95

Паралелно с посочените критерии е необходимо да отчетем и влиянието на група от фактори върху обема на потребностите за армията. Сред тях водещи са: задачите на БА; численият и бойният състав на армията в мирно и във военно време и в условия, различни от война; продължителността на военновременния период; нормите за запаси на материални средства в мирно и във военно време; актуализираните тегла по обем на разчетно-снабдителните единици; наличностите на материални запаси в мирно време; разходните норми; нормите за бойни загуби и основен ремонтен фонд във военно време. В съответствие с посочените фактори според нас е целесъобразно приложението на разгледаните системи за управление на запасите и свързаните с тях оптимизационни модели – система с постоянен размер на поръчките; периодична система и смесена система.

Проследените вече особености на системите и моделите за управление на запасите ни позволяват да направим следните **изводи** за приложението им в БА⁴⁰:

- Всеки от разгледаните системи и модели за управление на запасите може да бъде използван за нуждите на БА с цел оптимизиране на запасите. Според нас най-подходящ е смесеният модел, който съчетава предимствата на другите два и преодолява техните недостатъци. Той в най-голяма степен отчита факторите, влияещи върху формирането на запасите в БА.
- Независимо от това кой от моделите за управление на запасите може да бъде използван, вниманието трябва да се насочи към това, че основен компонент на оптимизирането на запасите е редуцирането на разходите, в частност на транспортните, които при създадената система на осигуряване на БА имат съществено значение. Това е така, защото до голяма степен ефективността на доставките и управлението на запасите в армията се определя от възможността за минимизиране на сумарните транспортни разходи.
- При оптимизирането на запасите посредством посочените модели трябва да се съобразят специфичните изисквания на управлението на ресурсите на отбраната, като за целта бъдат спазени критериите за оценка на избора на доставчик.
- Адаптирането на който и да е от оптимизационните модели се улеснява от приложението на компютърната техника с помощта на подходящи софтуери и конфигурации, позволяващи отчитането на всички фактори, влияещи върху формирането на оптимални материални потоци.

Апробацията на моделите за управление на запасите в БА с цел тяхното оптимизиране и избора на най-подходящите варианти е обект на бъдещи научни разработки.

⁴⁰ Dimitrova, S., V., Stoianova, V., Banabakova. Des systemes de la gestion des reserves. The 30th internationally attended scientific conference of the military technical academy. Bucharest, 6-7 November, 2003.

2.4. Приложение на теорията на масовото обслужване (ТМО) в логистичния анализ

Първоначалната цел на ТМО, създадена от датския учен А. К. Ерланг, е била решаването на задачи като определяне на запасите в магазини за непрекъснато обслужване на клиентите и определяне на оптималния брой персонал или каси за заплащане в магазини и транспортни терминали. Сега ТМО е основно направление в изследването на операциите, насочено към премахване на опашките в стохастичните процеси и явления. Неин предмет са процесите и системите за масово обслужване (СМО) и техните характеристики. Целесъобразно е структурата на СМО да бъде следната: входящ поток, опашка, обслужващи устройства (процесор) и изходящ поток. Основен елемент е заявките, които могат да представляват клиент, желание, искане, предмети и др.⁴¹

Теорията на масовото обслужване е приложима и при системата на снабдяване на БА с цел нейното оптимизиране. В резултат от това е направена апробация на приложението на ТМО за целите на логистичния анализ на снабдяването на армията.

От анализа на системата за снабдяване на БА с материални средства става ясно, че основен метод за формиране на заявките и създаване на запаси е съответствието между потребностите, срока за съхранение и капацитета на складовата база.

Решаването на тази задача се осъществява с определени субективни предпоставки при отсъствие на съвременни методи за аналитичен анализ на входящите и изходящите потоци от материални средства, между които е необходимо да се поддържа определен баланс.

За целта е разработен **математически модел за анализ**,⁴² **основан на ТМО**, с оглед оптимизация на системата за логистично управление на снабдяването с материални средства.

Моделът е разработен за снабдяването на българската армия с хранителни продукти, но може да се прилага и за снабдяването с други видове материални средства както във военната, така и в стопанската сфера.

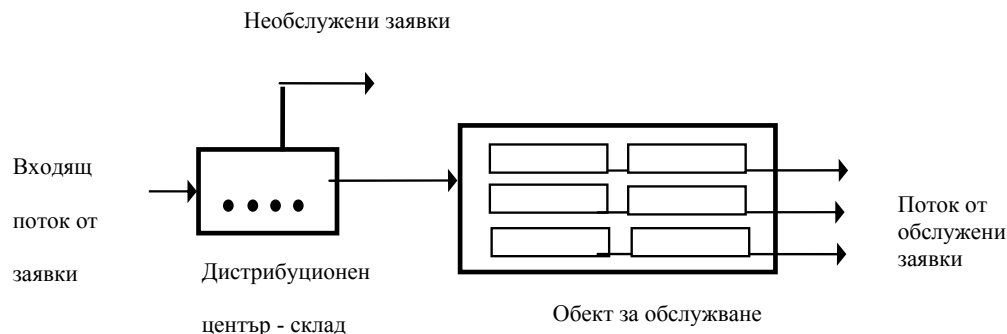
Моделът на системата за снабдяване е целесъобразно да се изследва в два аспекта – **функционален и математически**.

На **първо място** трябва да се анализира **функционалния модел**.

На фиг. 2 е представен схематичен вариант на системата за обслужване на войска единица с хранителни продукти.

⁴¹ Казаков, Н., Логистика. С., "Софттрейд", 2003, с. 232.

⁴² Лилов, Н., В. Банабакова. Приложение на теорията на масовото обслужване за оптимизиране на системата за снабдяване с хранителни продукти в Българската армия, Варна, ЮНС на ВВМУ "Н.Й. Вапцаров", 2001.



Фигура 2.

Функционален модел на системата за снабдяване на армията с хранителни продукти

Обект за обслужване е войска единица, включваща n на брой подразделения. Принципно са възможни два варианта на обслужване на системата:

- първи вариант – хранене на твърдо меню-разкладка;
- втори вариант – хранене на разделно меню-разкладка.

Предимствата на първия вариант се изразяват във възможността да се приготвя и разпределя храната централизирано в обща кухня с постоянен персонал. Недостатък на варианта е това, че при военно положение войсковите подразделения функционират дистанцирани и персоналят подлежи на делене. От гледна точка на оползотворяване на хранителните продукти предимствата и недостатъците на двата варианта не са доказани.

Входящият поток от хранителни продукти се разглежда като стационарен, ординарен и марковски.⁴³ Приписването на такива свойства е оправдано от следните по общи **съображения**:

- Снабдяването на войсковите структури с материални средства е случайна поредица от стационарни и нестационарни процеси, при които първите са със значителна продължителност, а вторите затихват бързо.
- Еднократните доставки на материални средства се извършват в пределни обеми, определени от наличните транспортни мощности, което минимизира вероятността за едновременна поява на две и повече заявки и определя ординарността на потока.
- Процесът е марковски дотолкова, доколкото влиянието на факторите от минало време се пренебрегват поради малката им значимост, а се дава приоритет на процесите от текущия момент.

Така описаният поток от материални средства има свойствата на прост поток с плътност λ , разпределен по показателен закон:⁴⁴

$$(21) \quad P(\Delta t) = \exp(-\lambda \Delta t),$$

⁴³ Бакърджиева, М. Изследване на операциите. Свищов, АИ "Д. А. Ценов", 1996, с. 123.

⁴⁴ Василев, Н. и др. Цит. съч., с. 239.

Където: λ е средният брой заявки за единица време;

$P(\Delta t)$ – плътността на разпределението;

Δt – средното време за пристигане на една заявка.

Разгледаните вече ТСЦ за снабдяване на българската армия с материални средства играят ролята на дистрибуционни центрове, които се проявяват като буферен елемент. Наличните количества от материални средства изпълняват ролята на s на брой заявки, чакащи обслужване. Част от заявките напускат потока необслужени, като формират поток с плътност ν , каквите са например тези с изтекъл срок на годност, или са пренасочени към външна за системата войскава единица – например при дислоциране на поделение, което по правило се снабдява от друг ТСЦ.

Потокът от обслужени заявки се формира от консумацията на хранителни продукти от личния състав на войсковата единица. В случая, когато е налице обслужване на разделен принцип, се формират n независими подсистеми от равностойни войскове единици с еднакъв капацитет. Всяка от тях формира поток от обслужени заявки, разпределени по показателен закон с плътност μ . Вариантът твърдо меню-разкладка представлява частен случай:

Така описаната система за снабдяване на армията с хранителни продукти може да функционира при следните условия:

- потокът от заявки е регулярен (детерминиран);
- потокът от заявки е случаен (недетерминиран).

Регулярен поток е налице, когато не съществуват причини, които да смущават потока или заявките постъпват през равни интервали. Такъв поток е възможен в условия на достатъчно производство на хранителни продукти, ритмични доставки, транспортните разходи не са проблемни и др. В тези условия плътността на входящия поток се формира като сбор от потоците на потребление от отделните звена:

$$(22) \quad \lambda = \sum_i^n \mu_i .$$

Нерегулярен поток е налице в условия на недостиг на необходимите материални средства, невъзможност на доставчиците да изпълняват договорените условия, нелоялност на доставчика, дефицит на пазара, лоши климатични условия, затрудняващи доставката, недостиг на финансови средства и т.н. При тези условия се формира последователност от регулярни и нерегулярни процеси, които се редуват с непредсказуема продължителност. Необходимо е да се определят управленските подходи и методът за формиране на заявките, при които се гарантира цялостно обслужване на системата с най-малко разходи. Най-малко разходи са налице, когато потокът от заявки, напускащи системата, е минимален и когато складовите разходи са допустими.

На **второ място**, е целесъобразно да се изследва **математическият модел** на системата за снабдяване.

Така описаната функционална система притежава свойствата на система за масово обслужване. Математическият модел на системата се

описва с уравнения на Ерланг в стационарен режим с време за чакане на заявките, определено от срока за тяхната годност:⁴⁵

$$\begin{aligned}
 & -\lambda P_0 + \mu P_1 = 0 \\
 & \lambda P_1 - (\mu + \lambda) P_1 + 2\mu P_2 = 0 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \lambda P_{k-1} - (k\mu + \lambda) P_k + (k+1)\mu P_{k+1} = 0 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \lambda P_{n-1} - (n\mu + \lambda) P_n + (n\mu + \nu) P_{n+1} = 0 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \lambda P_{n+s-1} - (n\mu + \lambda + s\nu) P_{n+s} + [(n\mu + s + \nu) P_{n+s+1} = 0
 \end{aligned}
 \tag{23}$$

Тук $P_0, P_1, \dots, P_i, \dots, P_n$ са вероятности в интервала Δt да бъдат обслужени 1, 2, 3...к.....n на брой войскове единици.

Тази система алгебрични уравнения има следните решения:

- Вероятност системата да остане необслужена:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{a^k}{k!} + \frac{a^n}{n!} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{a^s}{\prod_{m=1}^s (n+m\beta)}};
 \tag{24}$$

- Вероятност да бъдат обслужени k броя войскове единици при наличие на опашка (запаси):

$$P_{n+s} = \frac{a^{n+s}}{n! \prod_{m=1}^s (n+m\beta)} P_0;
 \tag{25}$$

- Вероятност да бъдат обслужени k броя войскове единици през периода, в който отсъстват запаси (опашка):

$$P_k = \frac{a^k}{k!} P_0,
 \tag{26}$$

където $a = \frac{\lambda}{\mu}$, а $\beta = \frac{\nu}{\mu}$ са приведени плътности съответно на

входящия и необслужения поток от заявки;

- Вероятност за отказ от обслужване на заявка:

$$P_k = \frac{a^n}{k!} P_0.
 \tag{27}$$

⁴⁵ Василев, Н. и др. Цит. съч., с. 246.

С вероятностните характеристики на функционирането на системата са свързани следните средностатистически параметри:

- Математическо очакване за броя на обслужените войскове единици при отсъствие на запаси в склада:

$$(28) \quad m_{k(s<0)} = \sum_1^n k P_k ;$$

- Математическо очакване за броя на обслужените войскове единици при наличие на запаси в склада:

$$(29) \quad m_{k(s>0)} = \sum_{k=1}^n P_k k + n \sum_1^{\infty} P_{n+s} ;$$

- Математическо очакване на заявките, поставени на съхранение:

$$(30) \quad m_s = \sum_1^{\infty} P_{n+s} s ;$$

- Количество на хранителните продукти, поставени на съхранение:

$$(31) \quad Q = \sum m_{s_i} q_i ,$$

където q_i е количеството на хранителния продукт от i -тия вид;

- Средно време за съхранение на i -тата заявка в склада:

$$(32) \quad t_h = \frac{m_{s_i}}{\lambda} ;$$

- Средно време системата да бъде обслужена на 100%:

$$(33) \quad t_{(100\%)} = \frac{m_k}{\mu} ;$$

- Средно време за обслужване на заявка:

$$(34) \quad t_{obc} = \left(1 + \frac{m_s}{\lambda} \right) \frac{n}{\mu} .$$

Със средностатистическите показатели за функциониране на системата са свързани и следните вероятностни показатели:

- Вероятност за консумиране на заявка:

$$(35) \quad P_{obc} = 1 - \frac{m_s \nu}{\lambda} ;$$

- Вероятност за изтичане на срока на годност на заявка:

$$(36) \quad P_{otk} = \frac{m_s \nu}{\lambda} .$$

С тези характеристики са свързани:

- Оползотворените количества хранителни продукти от i -тия тип:

$$(37) \quad Q_{ki} = P_{obc} \lambda q_i ;$$

- Неоползотворените количества хранителни продукти:

$$(38) \quad Q_{H_i} = P_{otk} q_i = m_s \nu q_i.$$

Изследването на приложението на теорията на масовото обслужване в логистичния анализ изисква **апробация** на разгледания функционален модел на системата за снабдяване.

Когато в резултат от решението на задачата на анализа са налице неблагоприятни резултати, винаги възниква въпросът: *"Какви са възможностите да се реорганизира системата, за да функционира по-добре?"*

Отговорите могат да бъдат намерени чрез вариране с параметрите, определящи функционирането на системата в следните направления:

- При наличие на баланс между потребностите и доставките да се варира с честотата на доставките и броя на каналите до получаване на максимална вероятност системата да бъде обслужена.
- Да се определи минимумът от свръхдоставка за гарантиране на предварително зададената вероятност за обслужване на системата.

Математическият израз на тези задачи е вариационното смятане с алгоритъма на общата задача на теорията на масовото обслужване.

Разгледаният метод за анализ на системата за снабдяване с хранителни продукти чрез прилагане на апарата на теорията на масовото обслужване е апробиран като програмата е настроена и проверена за функциониране със следните входни данни:

- * Войскови единици, бр..... 19;
- * Личен състав във войска единица.....100;
- * Вид на хранителния продукт..... пилешко месо;
- * Полагаемо количество на човек, kg/седмица..... 0.28;
- * Разчетен период..... седмица;
- * Срок за съхранение, дни..... 3;

Целта е да се анализира състоянието на логистичната система и да се определят оптималните параметри на нейното функциониране.

Анализ на състоянието на системата при минимална честота на заявките и максимален брой на каналите за обслужване

Едно от възможните състояния на логистичната система е всяка войска единица да се обслужва независимо от останалите, а доставките да бъдат уеднени. В този случай входните параметри на системата са следните:

- броят на каналите е $n=19$;
- количеството на седмичната доставка е $Q=Nnq=100.19.0,280=532$ kg/седмично;
- плътността на входящия поток е $\lambda=1$;
- плътността на потока обслужени заявки е $\mu=1/19$, съответно 28 kg/седмично;
- плътността на потока необслужени заявки е $\nu = \frac{1}{t_H} = \frac{1}{3/7} = \frac{7}{3}$.

След стартирането на програмата с посочените входни данни се получават следните **резултати**:

- вероятност за обслужване на системата..... 0,84;
- брой на 100% обслужени войскове единици..... 16,08;
- време за обслужване на системата на 100%, дни..... 5,928;
- вероятност за отказ на заявка..... 0,16;
- оползотворено количество хранителни продукти, кг..... 446,88.

Анализ на функционирането на едноканална система с повишена честота на заявките

Резултатите от функционирането на многоканалната система с еднократна честота показват неудовлетворителна вероятност за обслужване на логистичната система и свързаните с нея останали показатели. Като се излезе от принципа на разпределение на заявките в марковските вериги, може да се твърди, че при еднократни заявки с определена вероятност рискът за необслужване на системата е по-голям, отколкото при повишена честота на по-малки количества. Същевременно чакането на каналите в процеса на обслужването повишава вероятността да останат необслужени. По този начин може да се очаква подобряване на параметрите на обслужване по пътя на повишаване честотата на потока от заявки за сметка на техните количества и намаляване на каналите минимум до един. В този случай:

- броя на каналите е $n=1$;
- количеството на седмичната доставка е $Q=Nnq=100.19.0,280=532$ кг/седмично;
- плътностите на входящия и изходящия потоци са: $\lambda=1, q=532$; $\lambda=2, q=266$; $\lambda=3, q=177,33$; $\lambda=4, q=133$; $\lambda=5, q=106,4$;
- плътността на потока, обслужени заявки е $\mu=\lambda$;
- плътността на потока необслужени заявки е $\nu = \frac{1}{t_H} = \frac{1}{3/7} = \frac{7}{3}$.

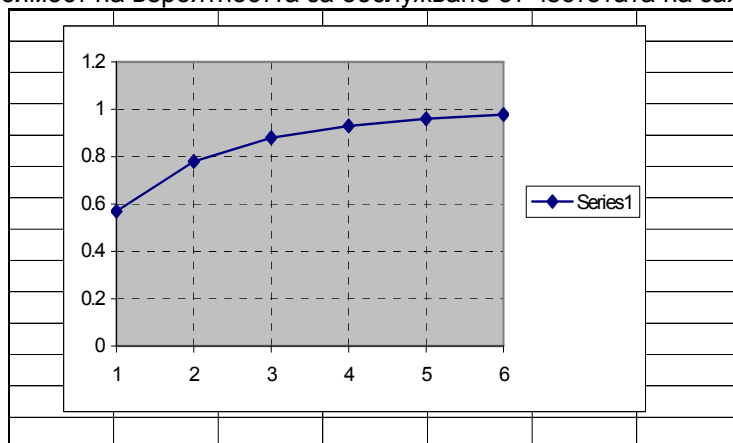
След стартиране на програмата с посочените входни данни се получават резултатите, отразени в табл. 12 и фигура 3.

Таблица 12

№ по ред	λ	$P_{об}$
1	1	0.57
2	2	0.78
3	3	0.88
4	4	0.93
5	5	0.96
6	6	0.978

Фигура 3

Зависимост на вероятността за обслужване от честотата на заявките



Апробацията на функционалния модел на системата за снабдяване налага следните **изводи**:

- С увеличаване на честотата на заявките и намаляване на количеството на доставката вероятността за обслужване на логистичната система нараства по експоненциален закон (фиг. 3).
- Изборът на количеството и вида на транспортните средства за осигуряване на снабдяването е в зависимост от заявените количества еднократни доставки.
- Получените резултати отразяват функционирането на стационарна система за снабдяване, но чрез обобщения на уравнения (23) в тяхната диференциална форма е възможно да се отразят и преходните процеси в системата.
- Сегашната логистична система за снабдяване на българската армия, включваща териториални снабдителни центрове и поделения, които да се снабдяват от тях с различни видове материални средства, може да се анализира като едноканална за всеки ТСЦ поотделно.
- Предложеният метод за логистичен анализ, свързан с обема и графика за доставка и необходимия транспорт с цел тяхното оптимизиране, може да се прилага при снабдяването както на военни, така и на стопански обекти.

В заключение можем да обобщим, че прилагането на подходящи оптимални модели за управление на транспорта, складовото стопанство и запасите както във военната, така и в стопанската област е целесъобразно от гледна точка на икономичното разходване на ресурсите и подобряване на равнището на логистично обслужване, което в условия на ресурсна и бюджетна ограниченост, пазарна неопределеност и засилваща се конкуренция е един от основните критерии за реализиране на ефективна логистична дейност.

Оптимизирането на логистичните дейности е сериозна предпоставка за изпълнение на начертаните организационни и в частност логистични цели, тъй като оптимизационните модели позволяват вземане на решение, насочено към най-добрия вариант по определен критерий, съобразно изискванията и потребностите на целевите потребители и целите на организацията.

Очертаната симбиоза между логистика във военната и стопанската сфера е оправдана, тъй като осъществяването на военната логистика е с традиции и опит, но липсва прогресивно виждане относно съвременните възможности за оптимизиране на движението на материалните и информационните потоци с цел осигуряване на желаното качество на планираните военни операции при минимални общи разходи. В същото време реализирането на стопанската логистика се основава на съвременните средства и методи за интегрирано управление на материалните и информационните потоци с цел осигуряване на високо равнище на обслужване на потребителите и повишаване на организационната рентабилност при минимизирани съвкупни разходи за логистика, но липсва опит в координирането и интегрирането на планираните логистични дейности.

Предложените модели за оптимизиране на логистиката не изчерпват всички възможности. Те представляват стъпка към разработването на цялостни логистични проекти, насочени към изпълнение на оптималната логистична стратегия.