

ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА
ФАКУЛТЕТ „ИНФОРМАТИКА”
КАТЕДРА „СТАТИСТИКА И ПРИЛОЖНА МАТЕМАТИКА”

Жулиета Деянова Михайлова

**ОПТИМИЗИРАНЕ НА ДВИЖЕНИЕТО НА МАТЕРИАЛНИ
ПОТОЦИ ОТ БЪРЗОБОРОТНИ СТОКИ В МАЛКА ФИРМА ЗА
ТЪРГОВИЯ НА ЕДРО И ДРЕБНО (НА ПРИМЕРА НА „МАЛВИС
ТРЕЙД” ООД)**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен “доктор”
по професионално направление 3.8. Икономика,
научна специалност Оптимално управление на икономически системи

ВАРНА

2024

Дисертационният труд се състои от 236 страници, от които:

Увод – 4 страници

Основен текст (три глави) – 169 страници

Заключение – 3 страници

Приложения – 50 страници

Списък на литературните източници – 102 заглавия

Таблицы – 9 броя

Фигури – 32 броя

Защитата на дисертационния труд ще се състои наг. отч. в зала на Икономически университет – Варна на заседание на научно жури, назначено със заповед № отг. на ректора на Икономически университет – Варна.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се на интернет страницата на Икономически университет – Варна, www.ue-varna.bg.

ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА
ФАКУЛТЕТ „ИНФОРМАТИКА”
КАТЕДРА „СТАТИСТИКА И ПРИЛОЖНА МАТЕМАТИКА”

Жулиета Деянова Михайлова

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ДВИЖЕНИЕТО НА МАТЕРИАЛНИ ПОТОЦИ ОТ
БЪРЗООБОРОТНИ СТОКИ В МАЛКА ФИРМА ЗА ТЪРГОВИЯ НА ЕДРО
И ДРЕБНО (НА ПРИМЕРА НА „МАЛВИС ТРЕЙД” ООД)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен “доктор”
по професионално направление 3.8. Икономика,
научна специалност Оптимално управление на икономически системи

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

Доц. д-р Танка Милкова

НАУЧНО ЖУРИ:

1.
2.
3.
4.
5.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1.
2.

ВАРНА

2024

Дисертационният труд е обсъден на разширено заседание на катедра “Статистика и приложна математика” при Икономически университет – Варна.

Авторът е докторант към катедра „Статистика и приложна математика” при Икономически университет – Варна. Изследванията и разработката са извършени в същия университет.

Автор: *Жулиета Деянова Михайлова*

Заглавие: *Оптимизиране на движението на материални потоци от бързооборотни стоки в малка фирма за търговия на едро и дребно (на примера на „Малвис Трейд” ООД)*

Тираж: бр.

Излиза от печат на 2024 г.

Отпечатан в Печатна База на Икономически университет – Варна.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на темата

В съвременната динамична икономическа реалност, бизнесът е изправен пред редица предизвикателства и трудности. Предприятията трябва да се адаптират ефективно към измененията в пазарната среда, за да могат да запазят и подобрят позициите си, да си осигурят конкурентни предимства и да удовлетворяват нововъзникналите пазарни нужди. За тази цел, трябва ежедневно да се взимат обосновани решения, на база анализи на вътрешната и външната среда.

Анализът на външната среда е сложен процес, тъй като необходимата за това информация не винаги е лесно достъпна. Освен това, във външната среда могат да възникнат форсмажорни обстоятелства, които на практика са непредвидими, но оказват съществено влияние върху дейността на дружествата. Затова е изключително важно ръководството на предприятието да познава добре дейността му, силните и слабите му страни, за да може да го управлява по най-добрия възможен начин.

Всяко предприятие, независимо от сферата, в която работи, се нуждае от различни производствени фактори, за да може да осъществи дейността си. На практика, те са входящите ресурси, които участват в производствения процес и влияят пряко върху дейността на фирмата. Производствените фактори са земя, работна сила, капитал, предприемачество, енергия и информация.

Една от основните характеристики на производствените фактори (ресурси) е тяхната *оскъдност*. Това не се характеризира с недостиг на определен ресурс, а по-скоро с това, че той трябва да се използва рационално, за да се постигне най-голямо задоволяване на потребностите с възможно най-ниски разходи. Това е свързано с избор на най-добрия вариант за разпределение и използване на наличните ресурси.

За да се открие оптималният вариант за разпределение на наличните за фирмата ресурси трябва да се проучи и анализира задълбочено начинът на работа и да се проучат различни варианти за оптимизирането му. В съвременната икономика се използват различни методи за изследване, анализ и управление на икономическите субекти. В настоящата икономическа обстановка

е нужно да се обърне сериозно внимание на различните икономико-математически методи и модели, които биха били от полза за оптимизиране работата на различните предприятия.

2. Обект и предмет на изследване

Обект на изследване в настоящия дисертационен труд са доставките на стоково-материални ценности и транспортната дейност на малка фирма, търгуваща с хранителни стоки („Малвис Трейд“ ООД).

Предмет на изследването са оптимизацията на доставките и на транспортните маршрути с цел намаляване на разходите за съхранение на стоково-материални ценности и транспорт при максимално удовлетворяване на потребностите на клиентите на фирмата.

3. Цел и задачи на изследването

Целта на разработката е на базата на анализ на състоянието и развитието на доставките и транспортната дейност на фирма „Малвис Трейд“ ООД да се разработят и апробират модели за оптимизация на процеса на планирането им.

За постигането на поставената цел следва да бъдат решени следните **основни задачи**:

1. Да се направи теоретичен обзор на съвременните методологични основни за оптимизиране на движението на материалните потоци, както и да се проучи и анализира начинът на работа на предприятието – организацията на дейностите по заявяване, получаване, съхраняване, продажба и транспортиране на стоково-материални ценности.
2. Да се представят способите на икономико-математическото моделиране, като средство за оптимизиране и на тази основа да се предложат авторови методики за подобряване на горните дейности.
3. Да се представят резултати и анализи от приложението на предложените от автора методики в реалната дейност на фирма „Малвис Трейд“ ООД.

4. Изследователска теза на дисертационния труд

В настоящия дисертационен труд се застъпва тезата, че оптимизацията на планирането на доставките и определянето на оптимален маршрут могат да бъдат осъществени с помощта на подходящи икономико-математически модели.

5. Методология на изследването

В хода на анализа са използвани различни научноизследователски методи, чрез които са решени поставените задачи и е постигната основната цел. За представяне на силните и слабите страни на предприятието е използван SWOT-анализ, като чрез него са анализирани потенциалните възможности и заплахи. Оптимизацията при планиране на доставките е осъществена чрез използване на методите за моделиране при случайно търсене. За оптимизиране на транспортната дейност на фирмата са използвани елементи от теорията за графите и методи на линейното оптимизиране. Анализът на данните е извършен с езика за програмиране R и вградените в MS Excel функции.

6. Апробация

Разкрити са реални възможности за оптимизация на доставките на стоково-материални ценности и на маршрутите за разнос на продадените количества, приложими в дейността на „Малвис Трейд“ ООД, като е показано, че не всички оптимизационни модели са приложими в определени случаи.

Разработените методологии са приложими и в дейността на други дружества, които работят в сферата на търговията и/или транспорта.

Част от теоретичните изводи и практически приложения са представени в научни доклади и статии.

7. Съдържание на дисертационния труд

УВОД	3
Глава първа ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ДВИЖЕНИЕТО НА МАТЕРИАЛНИ ПОТОЦИ	7
1.1. Същност и особености на веригата за доставки, като елемент на логистиката	7
1.2. Същност и особености на материалните потоци в търговското предприятие	30
1.3. Характеристика на обекта на изследване	55
Глава втора МОДЕЛИРАНЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ НА ДОСТАВКИТЕ ПРИ СЛУЧАЙНО ТЪРСЕНЕ	69
2.1 Методи за моделиране движението на стоково-материални ценности, използвани при случайно търсене	69
2.2 Разработка на методика за моделиране на доставките на стоки при случайно потребителско търсене	92
2.3 Прилагане на моделите за случайно търсене за оптимизиране на дейността на малка фирма за търговия на едро и дребно	105
Глава трета МОДЕЛИРАНЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ МАРШРУТИ	132
3.1. Линейно оптимизиране при избор на маршрути – теория и приложение	132
3.2. Разработка на методика за оптимизиране на транспортни маршрути	151
3.3. Прилагане на методите за избор на маршрут за оптимизиране на транспортната дейност на малка фирма за търговия на едро и дребно	163
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	176
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА	179
ПРИЛОЖЕНИЯ	187

II. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Г л а в а п ъ р в а

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧНИ ОСНОВИ НА ДВИЖЕНИЕТО НА МАТЕРИАЛНИ ПОТОЦИ

Първа глава на дисертационния труд е насочена към изследване на теоретико-методологичните основи на дейността на търговските дружества. В **първия параграф** се разглеждат същността и съдържанието на логистиката и на веригите на доставки. Чрез направен критичен анализ са изложени основните фактори, определящи значението им за работата на предприятията.

С цел анализиране на дейностите, свързани с работата на търговските дружества, е направен критичен преглед на различни авторови мнения по дефинирането на редица понятия, които са обвързани с тях, а именно „логистика“, „логистичен продукт“, „логистична функция“, „логистична верига“, „верига на доставките“, „управление на веригата на доставките“, както и на връзките и зависимостите между тях.

Веригата на доставките е едно от основните понятия, тясно свързано с логистиката. Тя може да се разглежда като съвкупността от всички организации и дейности, които участват в добиването на суровини, производството и придвижването на готовия продукт до крайния потребител. Веригите на доставките могат да бъдат с различна дължина и сложност, в зависимост от броя на участниците в тях. Пряката верига има само трима участници – доставчик, предприятие (производител или дистрибутор) и краен клиент (*Фигура 1*).



Фигура 1 Пряка верига на доставките

Разширената верига включва доставчици, които снабдяват основния доставчик на фирмата и два типа клиенти – на едро и на дребно (*Фигура 2*).



Фигура 2 Разширена верига на доставките

Максималната верига включва всички организации, които имат някакво участие в придвижването и преработването на суровините, готовата продукция, информацията и други (Фигура 3).



Фигура 3 Максимална верига на доставките

Участниците във всяка верига на доставки трябва да взимат решения заедно и по отделно в областта на производството, материалните запаси, локацията на производствените и складовите площи, транспорта и информацията. Тези решения взети заедно определят какви са възможностите и до колко е ефективна една верига на доставките.

Заедно с понятието верига на доставките се дефинира и понятието „управление на веригата на доставки“. Управлението на веригите за доставки е координиране на местоположението, производството, запасите и транспортирането на стоки между участниците във веригата на доставки, за да се постигне най-висока ефективност на пазара, който се обслужва. То обхваща планирането и управлението на всички дейности, включени в снабдяването, преобразуването и всички дейности по управление на логистиката. Включва също координацията и сътрудничество с партньорите, които могат да бъдат доставчици, посредници, доставчици на услуги и клиенти.

Най-общо веригите за доставки обхващат три потока – информационен, финансов и материален. Трите потока се движат през цялата верига, във всички посоки и всички участници в нея са обвързани с тях.

Материалните потоци представляват всички стоково-материални ценности, които в определен момент осъществяват своето движение във веригата на доставките. Те се формират като резултат от дейността на различни предприятия, които произвеждат и потребяват ресурси. Потоците са в непрекъснато движение между тези предприятия и вътре в тях. Целта на всяка организация е да организира движението на материалните потоци така, че да минимизира разходите си и да оптимизира дейността си. Това става чрез анализ на материалните потоци, който представлява оценка на потоците и запасите от материали в рамките на определена система.

Във **втория параграф** е представено по-подробно значението на материалните потоци и на транспортните дейности за дейността на фирмите. Анализът на материалните потоци дава възможност за изследване на всяка система, като има възможност да се комбинира с други методи, подходящи в конкретните ситуации и по този начин да се проучи и оптимизира работата на системата.

При осъществяване дейността на фирмата е възможно материалният поток временно да прекрати своето движение. В този момент (период) от време, той се разглежда като материален запас. Стоково-материални запаси се формират във всички фази от дейността, като класификациите им са изключително разнообразни.

Търговските предприятия играят изключително важна роля в каналите за дистрибуция, като помагат за придвижването на потребителските стоки от производителите до крайните потребители. В търговията не се произвеждат нови продукти, а извършваните операции трансформират материалните потоци от един вид в друг. В тази сфера материалните запаси имат особено голямо значение за дейността на дружествата.

Търговците на едро се специализират в покупко-продажбите, но изпълняват и други логистични функции, като транспортиране, съхранение, сортиране, маркетингови комуникации и др. При осъществяване на дейността си те намаляват броя на сделките между производителите и търговците на дребно.

За да може фирмите да задоволяват потребностите на клиентите, те трябва да познават много добре пазара и предпочитанията на потребителите, както и да са в състояние да задоволят търсенето на стоки в момента на възникването на заявки. За да се осъществи това може да се подходи по два различни начина.

Първият начин включва закупуване на заявените стоки, след като е постъпила заявката от клиента. Това обаче води до забавяне на доставките.

Вторият начин за задоволяване търсенето е чрез поддържане на запаси от стоки. Това означава, че фирмата има определени допълнителни разходи за съхранение на тези запаси, но може да задоволява потребностите на клиентите си в момента на възникването им, без да се получават забавяния.

Има различни авторови мнения за причините за поддържане на стоково-материални запаси, но при всички случаи се доказва тезата, че поддържането на запаси осигурява предимство за дружествата. Поддръжката на запаси изисква допълнителни разходи от страна на фирмите, но приходите от правилно поддържани запаси биха надвишили разходите за поддръжката им.

За да може да се поддържат оптимални запаси от стоки, които да покриват нуждите на дружеството, трябва да се отговори на следните въпроси:

1. Колко често трябва да се проследяват наличностите от определен продукт?
2. Кога да се направи поръчка за попълване на запаса?
3. Какъв да бъде размерът на поръчката?

За да може да се отговори на тези въпроси трябва да се вземат предвид следните фактори: търсене, време за доставка на стоките, наличности и проследяването им, срок на годност на стоките и възможност за ремонт. Степента на влияние на тези фактори се определя от сферата на дейност на фирмата.

Наличието на стоково-материални запаси се определя от структурата и дейността на търговското предприятие. При определяне на размера на запасите трябва да се вземат предвид всички особености на търговското дружество и средата, в която то осъществява дейността си.

Особен случай са предприятията, които се занимават с търговия с хранителни стоки, тъй като този тип стоки са сравнително малотрайни и поддържането на големи запаси би довело не само до повече разходи, но и до

сериозни загуби за предприятието, ако се стигне до нереализиране на продукцията в определения срок на годност.

Транспортната логистика е научна организация на управлението на материалните, информационните и финансовите потоци, транспортните средства и операциите свързани с транспорта (товаро-разтоварни и посреднически дейности). Тя организира и реализира всички операции по товарене, преместване, разтоварване, временно съхранение и други на стоково-материалните ценности, като се използват различни транспортни средства и техника. Транспортирането може да се определи, като ключова логистична функция, свързана с преместване на продукцията чрез транспортни средства във веригата на доставките и се състои от логистични операции, включително експедиране, товарообработка, опаковане, предаване на правата на собственост върху товара, застраховка срещу рискове и други.

Задачата на транспорта е да придвижи материалите или продукцията от производителя до потребителя, като този потребител може да бъде краен клиент или производствено звено. Особеност на транспорта е, че той не създава нов материално-веществен продукт, а продължава и подпомага производствения процес на предприятието. Въпреки това той участва в определяне стойността на стоково-материалните ценности и е една от най-важните логистични функции.

Изборът на начин на транспорт и на превозвач са от съществено значение за осъществяване на дейността на предприятията, тъй като неподходящият транспорт може да се отрази негативно, както на производствения процес, така и на клиентската удовлетвореност.

Изготвянето на оптимални транспортни планове е свързано и с изготвяне на маршрутите за превоз на товари. Те трябва да бъдат определени по такъв начин, че да осигуряват бързо придвижване на стоково-материалните ценности между търговците и клиентите и възможно най-ниски транспортни разходи. За целта е необходимо да са известни местоположенията на отделните обекти и добро познаване на пътните артерии, които ги свързват.

Управлението на транспортните процеси на практика е система за управление на технологичните и информационните потоци. Информационните потоци съпътстват товарите, транспортните средства и ресурсите, които са необходими за тяхната експлоатация.

Планирането, осъществяването и контролът на транспортните дейности в едно предприятие са от съществено значение за оптималното осъществяване на дейността му. За да бъдат взети правилните решения трябва да се вземат предвид редица фактори, сред които характера на осъществяваната дейност, възможностите на фирмата, вида на транспортираните стоки и нуждите на клиентите.

Управлението на материалните запаси и на транспортните дейности на търговските дружества са от съществено значение за оптималното осъществяване на дейността им.

В третия параграф е направено представяне на обекта на изследване - фирма „Малвис Трейд“ ООД и извършваната от нея дейност.

Фирмата е основана през 1991 година, като СД „Малвис-Боянови С-ИЕ“, а понастоящем е „Малвис Трейд“ ООД. Първоначално дружеството се е занимавало с търговия на дребно в собствени търговски обекти (магазини за хранителни стоки) в град Варна. През 1998 година започва работа първият склад за търговия на едро на фирмата, от който се зареждат обекти в град Варна и в други населени места в област Варна. През годините местоположението и броят на складовете на предприятието са се променяли, като в момента дейността се извършва с изцяло собствена складова площ и собствени транспортни средства.

Изследователският интерес в дисертацията е насочен към оптимизация на доставките на стоково-материални ценности и на маршрутите използвани за разнос на продадените стоки. Описана е структурата на фирмата и организацията на дейността, което дава възможност за по-добро разбиране на предмета на изследване.

„Малвис Трейд“ ООД притежава склад за търговия на едро и дребно и собствени товарни автомобили, с които се извършва разносът на стоки. Транспортните средства са общо осем броя от два типа и са с различна товароносимост. Фирмата използва складов софтуер, който дава възможност за постоянно проследяване на наличните количества стоково-материални ценности и движението им.

Големият асортимент на предлаганите стоки (над 1100 артикула) и големият брой клиенти (над 1000) правят планирането на дейността изключително сложно. В допълнение, различните видове продукти имат различен срок на годност (малотрайни, със средна трайност и дълготрайни),

което означава, че зареждането става през различни периоди от време и съхранението на стоките е за различен период. В момента планирането на доставките се извършва по преценка на ръководството на база наличните количества.

Всеки товарен автомобил обхожда няколко обекта на всеки курс при разнос на продадените стоки. От изключително значение е курсовете да се планират и да се разпределят по възможно най-добрия начин. Към момента това става по преценка на складовите работници и шофьорите.

Чрез SWOT анализ са разкрити силните и слабите страни на фирмата, както и възможностите и заплахите пред нея. Това дава възможност за систематизиране на основните възможности за развитие.

Силни страни:

- работа в собствена складова база и офис, което означава, че няма допълнителни разходи за наем;
- цялата дейност се осъществява в една сграда, което улеснява комуникацията и документооборота;
- разходите за съхранение на практика не зависят от обема на складовите запаси;
- използване на собствени транспортни средства, което улеснява планирането на транспортните дейности;
- наличие на онлайн магазин, чрез който клиентите на фирмата правят поръчки и по този начин се улеснява работата на персонала;
- наличие на фотоволтаична система, чието използване намалява значително разходите за електроенергия на дружеството.

Слаби страни:

- за доставките на стоково-материални ценности се разчита изцяло на чужд транспорт, което оскъпява предлаганите стоки и може да доведе до забавяния на доставките или до неизпълнението им;
- използване на остарели транспортни средства, което е предпоставка за по-чести повреди и по-високи разходи за горива;
- не се използва интегрирана система за управление на дейността (ERP, CRM, BI), а се разчита на отделни софтуерни продукти за всяка дейност, което забавя и усложнява работата на персонала.

Възможности:

- разширяване на дейността чрез намиране на нови доставчици и по този начин увеличаване на предлагания асортимент;
- привличане на нови клиенти, което би разширило пазарите, на които работи дружеството.

Заплахи:

- високи нива на конкуренция в сектора, което може да доведе до отлив на клиенти, поради ниска удовлетвореност или поради по-изгодни условия предлагани от конкурентите.

Проследяването и планирането на движението на стоково-материални ценности и планирането на транспортните дейности са от съществено значение за оптимално осъществяване на дейността на „Малвис Трейд“ ООД. С цел да се постигне максимален и точен резултат при изследванията са използвани реални данни за дейността на фирмата за периода 2017-2023 година, предоставени от ръководството ѝ.

Г л а в а в т о р а

МОДЕЛИРАНЕ НА ДОСТАВКИТЕ ПРИ СЛУЧАЙНО ТЪРСЕНЕ

Изследването във втора глава е насочено към анализ на възможностите за моделиране на доставките на стоково-материални ценности при случайно търсене. Направен е преглед на някои от основните въпроси свързани с него. Показано е, че потреблението на стоково-материални ценности може да бъде представено чрез динамични редове и е направен преглед на методите и моделите, които могат да се използват за анализа и моделирането им.

Разработена е методика за моделиране на доставките на стоки при случайно потребителско търсене, като целта е да се задоволят максимално потребностите на клиентите. Потребителското търсене зависи от множество фактори и не е постоянно. Измененията на потреблението във времето могат да се дължат на промени в предпочитанията на потребителите, промени в качеството или цените на стоките или на моментни колебания вследствие на форсмажорни обстоятелства (например пандемията от COVID-19).

При разработване на методиката е от съществено значение и срокът на годност на стоково-материалните ценности. Според това колко е дълъг той зависи как точно ще бъде направен анализът на потреблението:

- трайни продукти – със срок на годност от няколко месеца до 2 години. Анализът на потреблението се извършва на база месечно потребление. Възможно е отделяне на тренд, сезонна компонента и случайна компонента. Данните, които следва да се вземат предвид при моделиране на потреблението, трябва да включват няколко (най-малко четири) годишни периода;
- продукти със средна трайност – със срок на годност две-три седмици. Анализът на потреблението се извършва на седмична база. В този случай може да се отдели тренд и случайна компонента. Големите колебания в потреблението през седмиците, които имат един и същ номер в годината, не позволяват отделяне на сезонна компонента. При анализа на потреблението на тези продукти данните, които се отнасят за отдалечени от текущия момент периоди от време, оказват пренебрежимо малко влияние върху текущото потребление и могат да не бъдат вземани под внимание;
- малотрайни продукти – със срок на годност от три до седем дни. Потреблението се анализира ден за ден. При анализа могат да се използват данни за близки до текущия момент периоди.

За планирането на основата на седмичното потребление е разработена методика, като са въведени следните означения: q е количеството на дадения продукт, $\xi = q$ е случайната величина на потреблението му, а d е търсенето. Нека, освен това, $100p_1$ е процентът удовлетворени потребители при първата доставка, а $100p_2$ – процентът удовлетворени потребители при втората доставка. Функцията на разпределение на случайната величина ξ е $F_\xi(q)$, а нивото на преходния запас е q_0 . Тогава първата доставка ще има обем:

$$q_1 = \max \left\{ \left[F_\xi^{-1}(p_1) - q_0 \right], 0 \right\}. \quad (1)$$

Смисълът на (1) е да се отчете съществуването на преходен запас. Ако преходният запас е по-малък от необходимия, то се планира доставка в размер на разликата между двата запаса. Ако преходният запас надвишава

необходимостта, разликата е отрицателна и тогава не се планира доставка (или планираната доставка е равна на нула).

Остатъкът (излишък) е:

$$q_r = \max(q_1 + q_0 - d, 0). \quad (2)$$

Недостигът е:

$$q_d = \max(d - q_1 - q_0, 0). \quad (3)$$

Ако недостигът е по-голям от нула, т.е. $\text{sign}(q_d) = 1$, се планира втора доставка в размер:

$$q_2 = [F_\xi^{-1}(p_2) - F_\xi^{-1}(p_1)] \cdot \text{sign}(q_d). \quad (4)$$

Окончателният размер на излишъка (или недостига) се изчислява със следните формули:

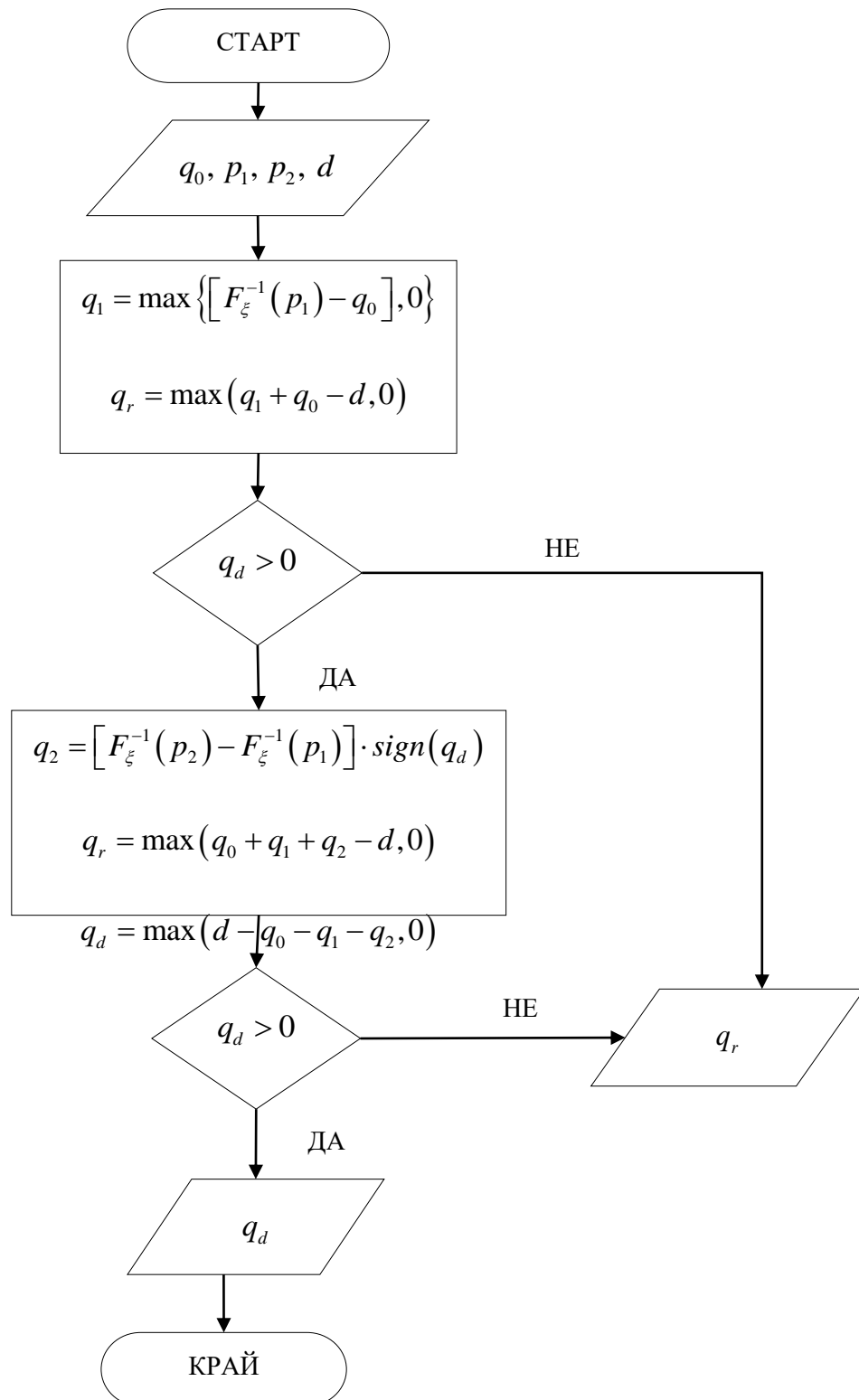
$$q_r = \max(q_0 + q_1 + q_2 - d, 0). \quad (5)$$

$$q_d = \max(d - q_0 - q_1 - q_2, 0). \quad (6)$$

Блок-схемата на описания по-горе алгоритъм е представена на *Фигура 4*.

Месечното планиране на доставките дава възможност за отчитане и на сезонната компонента на потреблението. Предложението на автора е моделите да се построят както на база сезони (четири сезона в годината), така и на база месечно потребление, като се избере модел, който е адекватен.

При малотрайните продукти планирането на доставките трябва да се извършва с особено внимание. Налага се планиране на двукратни доставки през работната седмица, като предложението на автора е седмичният период изкуствено да се раздели на два тридневни периода (изключвайки почивния ден неделя) и доставките да се извършват в понеделник и четвъртък. За разлика от седмичното планиране, при полуседмичното технологично не е възможна допълнителна доставка за удовлетворяване на повишени потребности през съответния тридневен период. Уместно е събиране на предварителни заявки от търговците на дребно и допълнително планиране на минимални количества, които да задоволяват случайно възникнали потребности. Може да се счита, че предварителните заявки са детерминирана компонента на динамичния ред на търсенето на дадения продукт.



Фигура 4 Блок-схема за планиране на доставки за попълване на количествата

Процесът на търсене на всеки вид продукт е строго специфичен и различните динамични редове имат различни теоретични модели (не само разлика в параметрите на модела, но и разлика в моделите по същество). Следователно може да се постави задачата за откриване на най-добрия модел,

описващ търсенето на съответен продукт. При сравняването на два модела може да се счита, че по-добър е този, който е по-близък до наблюдаваните стойности, като оценката на това приближение е равна на сумата от квадратите на отклоненията. Така за най-добър модел ще се счита този, при който тази оценка е най-ниска.

Следователно за всеки ред трябва да се създадат няколко теоретични модела. Известни са моделите на Holt и разработените от Vox и Jenkins модели AR, MA, ARMA, ARIMA. Според автора е уместно изборът на модел на търсенето за всеки отделен продукт да бъде измежду тях, като е разработена методика за оценка на моделите.

Нека стойностите $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_n$ на реда са известни. За всеки член на реда y_t се създават теоретични модели:

$$\varphi_s(t, Y_{t-1}, E_{t-1}), s = \{\text{Holt, AR, MA, ARMA, ARIMA ...}\}, \quad (7)$$

където:

t е времето;

$Y_{t-1} = (y_1, y_2, \dots, y_{t-1})$ е вектор със стойностите на предходните членове на реда;

$E_{t-1} = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{t-1})$ е векторът на отклоненията на модела от фактическите стойности за предходните членове на реда.

Със създадените модели се определят прогнозни стойности за всеки член от реда:

$$\hat{y}_t = \varphi_s(t, Y_{t-1}, E_{t-1}). \quad (8)$$

Определя се отклонението на прогнозната от фактическата стойност:

$$\varepsilon_t = y - \hat{y}. \quad (9)$$

Сумата от квадратите на всички отклонения на наблюденията от прогнозните стойности до члена с номер t дава ненормирана оценка на точността на модела. При сравняването на оценките на различните модели на един и същ ред е целесъобразно да бъде избран модел с най-ниска оценка. Прогнозата за $n + 1$ -вия член на реда се прави с избрания модел. Счита се, че тя е най-близка до очакваното фактическо потребление.

При анализа на потребителското търсене са използвани данните за продажбите за периода от 2017 до 2023 година. Анализът се затруднява от големия брой артикули и от факта, че потреблението на голяма част от тях не се

наблюдава през целия изследван период. В някои случаи потреблението на един продукт може да се замени с подобен на него, произвеждан от същия или от друг производител. Такава замяна, например, има при киселите млека. В такива случаи анализът на потреблението може да се прави не за всеки отделен продукт, а обобщено за цяла група подобни.

Направен е опит за създаване на модел на потреблението на кисело мляко. Като входни данни се отчита потреблението през 2020-2022 година. На база на предложения от автора модел се прогнозира потреблението за 2023 година и прогнозите се сравняват с реалното потребление. Използвани са няколко метода, като целта е да се открие най-подходящият за прогнозиране. Използвани са методът на фиктивните променливи, еднопараметричен модел на Holt (експоненциално изглаждане), двупараметричен модел на Holt и модели ARIMA. Направени са проверки за нормалност на разпределението с тест на Shapiro-Wilk и са изследвани тенденциите в тренда и дисперсията с теста на Foster-Stuart. От проведените изследвания и получени резултати са направени следните изводи:

- при използване на метода на фиктивните променливи се наблюдава значително изместване на прогнозните спрямо реалните данни. От това следва, че той не е адекватен;
- прогнозирането с еднопараметрични модели на Holt е адекватно на реалните данни;
- според направените тестове и получените резултати прогнозирането с двупараметричен модел на Holt е допустимо;
- получените резултати показват, че прогнозирането с моделите ARIMA е адекватно.

Адекватните модели могат да бъдат сравнени по отношение на това каква е остатъчната дисперсия. Моделите се сравняват два по два като се изчисляват статистиките.

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}, \quad (10)$$

където s_1^2 е по-голямата от двете дисперсии, а s_2^2 - по-малката. Статистиката има разпределение на Fisher-Snedecor с $n_1 - 1$ и $n_2 - 1$ степени на свобода, като n_1 и n_2 са обемите на двете извадки. Изчислените F-статистики за двойките модели са показани в *Таблица 1*. Вижда се, че прогнозирането с трите модела е с едно и също качество.

	Еднопараметричен модел на Holt	Двупараметричен модел на Holt	Модели ARIMA
Еднопараметричен модел на Holt	1	1,003	1,016
Двупараметричен модел на Holt		1	1,018
Модели ARIMA			1

Таблица 1 Изчислени *F*-статистики за двойките модели използвани за краткосрочно прогнозиране на потреблението на кисело мляко

Прогнозирането на потреблението е основа за приложение на предложения от автора алгоритъм за планиране на доставки и попълване на количествата от стоково-материални ценности. Като пример се разглежда дистрибуцията на кисело мляко за 2023 година. Основна цел при това планиране е максимално удовлетворяване на потребностите на клиентите. За прогнозиране е използван еднопараметричният модел на Holt. От представените резултати се вижда, че при използване на посочения алгоритъм с избраните параметри е осъществено пълно задоволяване на потребностите, като са се наложили три допълнителни доставки. 85,8% от киселото мляко е реализирано непосредствено след доставката. 14,2% са реализирани до 10 дни след доставката. Бракувани количества няма.

Няма основание да се твърди, че прилагането на такъв алгоритъм винаги води до такива благоприятни резултати. По подобен начин, например, са създадени модели за планиране за айран и прясно мляко. Разликата е, че за моделиране са използвани реални исторически данни за периода от 2017 до 2022. Прилагането на алгоритъма е за 2023 г. Получените резултати показват, че не винаги динамичните редове на потреблението са идеални. Стационарността на отклоненията от прогнозата в някои случаи не може да бъде приета безусловно. В такива случаи има вероятност да не е удовлетворено част от търсенето.

При прогнозиране на потреблението на дълготрайни продукти, поради дългия им срок на годност, динамичният ред се построява на месечна база. За провеждане на изследването са използвани данните за потреблението на рибни консерви, като може да се направи извод, че потреблението има сезонен характер. Направени са опити за моделиране с метода на фиктивни променливи

и с моделът на база четири сезона. И в двата случая се наблюдава изместване на прогнозата и това води до извода, че моделите не са адекватни.

Както и при краткосрочното прогнозиране могат да се използват моделите на Holt и моделите ARIMA. В този случай, обаче, попълването на запасите се извършва еднократно през месеца. Ако част от доставката не се реализира през текущия месец тя се прехвърля за следващия. Ако търсенето надвиши запасите част от потребностите ще бъдат неудовлетворени.

Разработеният модел за попълване на запасите е използван за планиране на доставките от дълготрайни продукти. Използвани са данни за потреблението на рибни консерви, на олио и на плодови конфитюри. Получените резултати показват, че при стриктно прилагане на предлагания алгоритъм за снабдяване е възможно да се получи неудовлетворяване на част от потребностите. Следователно, при риск от изчерпване на запаса, е необходимо да се предвиди възможност за допълнителни доставки в рамките на месеца.

Могат да се направят изводи, че предложеният алгоритъм може да се прилага успешно за оптимизация на доставките и за свеждане до минимум (или напълно елиминиране) на недостига и излишъка на стоково-материални ценности. Това от своя страна води до намаляване на разходите за съхранение на излишни количества (запаси), както и на загубите от неизпълнени заявки на клиенти.

Глава трета

МОДЕЛИРАНЕ И ПЛАНИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНИ МАРШРУТИ

Изследването в трета глава е насочено към анализ на възможностите за моделиране на транспортните маршрути, които фирмата използва за доставка на стоково-материални ценности до своите клиенти. Разгледани са методите на линейното оптимизиране с чиято помощ може да се реши поставената задача. Обърнато е по-специално внимание на метода на Gomory и на симплекс метода. Показано е значението на елементите от теорията на графите за генерирането на възможните маршрути.

Транспортните дейности генерират разходи, които оскъпяват крайния продукт, което налага тяхното оптимизиране. Разработването на модел за доставяне на стоково-материалните ценности изисква насочване на вниманието към главните аспекти на дейността. Необходимо е определяне на критерии за оптималност и на ограниченията, които съществуват обективно или се налагат от характера на поставената задача.

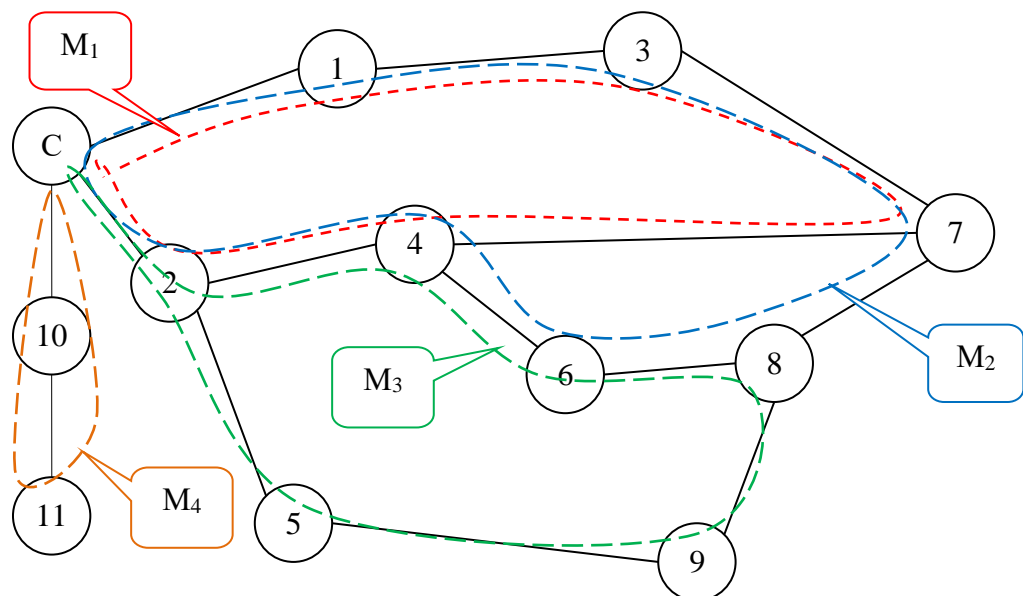
Главната цел на изследвания модел е създаване на оптимален план за придвижване на стоките потоци от склада на дружеството до обектите на клиентите. Необходимата информация за обема на доставените количества към всеки клиент се получава при обобщаване на направените заявки, които следва да се изпълнят в рамките на предварително определен период (работен ден). Друга важна информация са транспортните възможности на фирмата. Те са свързани с техническите характеристики на използваните транспортни средства – товароподемност, разходи за дейността (гориво-смазочни материали, амортизации, общоразходни материали). Транспортирането се извършва по съществуващите пътища, което изисква наличие на добре поддържана пътна мрежа и достатъчно данни за нея.

За целта на разработката са въведени следните понятия:

- пътна мрежа – съвкупност от пътни възли и свързващите ги елементи от съществуващите транспортни артерии. Естественият абстрактен модел на една пътна мрежа е графът;
- обекти – склад на фирмата и търговски точки на клиентите. Обектите са разположени в близост до пътни възли. В рамките на едно ограничено пространство (малко населено място или квартал в по-голям град) могат да се намират няколко обекта на клиенти, които са обединени и разглеждани като обобщен обект. Ще наричаме този обобщен обект район. Всеки район е асоцииран към един пътен възел;
- маршрут за доставка – затворен контур, свързващ няколко пътни възела с начало и край склада на фирмата. В маршрута е възможно да има повтарящи се елементи от пътната мрежа. Основна характеристика на маршрута е неговата дължина. Примерна пътна мрежа с маршрути за доставка е показана на *Фигура 5*;

- курс – обхождане на маршрут от едно транспортно средство. При изпълнението на курса превозното средство доставя стоково-материални ценности до един или няколко района;
- план за подвоз – разпределение на доставките по курсове. Основната цел на плана е ефикасно използване на наличните ресурси.

Изпълнението на всеки план за подвоз представлява изпълнение на курсове. Планираните превозни средства изминават определено разстояние. Разноските за изпълнение на доставката зависят от използваното превозно средство (разход на гориво, амортизация) и от изминатите километри.



Фигура 5 Пътна мрежа

Следователно като критерий за оптималност на плана може да се използва целева функция, при която се търси минимумът на разходите за доставка на стоково-материалните ценности до клиентите на фирмата. За целта е необходимо за различните типове превозни средства да бъде направена оценка на разходите за изминаване на единица разстояние. Удобно е даден тип транспортно средство да бъде определено като еталонно, т.е. разходите по експлоатацията му да се приемат за равни на единица. За останалите типове транспортни средства се определят поправъчни коефициенти на ефективност,

които показват каква част от разходите за еталонното средство са необходими за всяко от тях.

Нека броят на районите, до които трябва да бъдат доставени стоково-материалните ценности е n и са налични k типа автомобили, като всеки тип е с различна товароподемност и различни експлоатационни разходи. Нека, освен това, да са определени всички възможни маршрути и броят им е m . За представяне на модела авторът въвежда следните означения:

- $v_s, s = 1...k$ – товароподемност на s -тия тип транспортно средство. Като мярка за товароподемност се използва брутното тегло на товара. Опитът показва, че при хранителните стоки ограниченията в теглото на товара изпреварват ограниченията в обема на транспортното средство;
- $b_j, j = 1...n$ – количеството на стоково-материалните ценности, което трябва да бъде доставено до j -тия район. Приема се, че мярката е теглото на стоките;
- $u_s, s = 1...k$ – разход за изминаване на един километър от s -тия тип транспортно средство. Разходът за съответното превозно средство представлява поправъчен коефициент на ефективност.

В зависимост от обема на доставките по един и същи маршрут е възможно да се извършат няколко курса от един и същ тип или от различни типове транспортни средства. Ако се допусне, че курсовете се изпълняват от един и същ тип транспортно средство, максималният брой на курсовете по един маршрут не може да надвишава:

$$d_{ps} = \left\lceil \frac{\sum_{j \in M_p} b_j}{v_s} \right\rceil, \quad (11)$$

където $M_p, p = 1...m$ - множеството на районите, асоциирани към пътните възли от p -тия маршрут. Символът $\lceil \rceil$ означава закръгляне нагоре.

Въвежда се единна номерация на курсовете $i \in \{1, 2, \dots\}$, като курсовете с номера от 1 до d_{11} се изпълняват от първия тип транспортно средство по първи маршрут, курсовете с номера от $d_{11} + 1$ до $d_{11} + d_{12}$ се изпълняват от втория тип транспортно средство по първия маршрут и т.н. Общият брой на курсовете е

$\sum_{p=1}^m \sum_{s=1}^k d_{ps} = N$. Към всеки курс се асоциират експлоатационните характеристики

на транспортното средство, което го изпълнява.

С $x_{q,j}$, $q=1\dots N$, $j=1\dots n$ се означава количеството стока, което ще се достави до j -тия район с q -тия курс. Тъй като не всички маршрути минават през всеки район, съществуват индекси (q, j) , които не се използват.

Въведени са следните групи ограничения:

$$I. \quad \sum_{j \in M_p} x_{p,j} \leq v_s, \quad (12)$$

където:

M_p е множеството на районите, обслужвани от p -тия курс.

v_s е товароподемността на автомобила, изпълняващ p -тия курс.

Ограничението изразява невъзможността да се надвиши капацитета на превозното средство.

$$II. \quad \sum_{p=1}^N x_{p,j} = b_j. \quad (13)$$

Ограничението изразява необходимостта от пълно задоволяване на потребностите на търговските обекти от съответния район.

Ако лявата част на някое ограничение (13) е равна на нула, курсът не се изпълнява. Необходимо е да се въведат допълнителни бинарни променливи, които да изразяват изпълнението или неизпълнението на курса (ако курсът се изпълнява, променливата е 1, а ако не се изпълнява – 0). Означаваме ги с y_p , $p=1\dots N$ и за тях са в сила ограниченията:

$$III. \quad \frac{1}{v_s} \sum_{j \in M_p} x_{p,j} \leq y_p \leq 1, \quad p=1\dots N, \quad (14)$$

където:

M_p е множеството на районите, обслужвани от p -тия курс.

v_s е товароподемността на автомобила, изпълняващ p -тия курс.

От характера на задачата се налага ограничение, касаещо неотрицателността на променливите:

$$IV. \quad x_{p,j} \geq 0, \quad p=1\dots N, \quad j=1\dots n, \quad (15)$$

$$y_p \geq 0, p = 1 \dots N. \quad (16)$$

Нека оценката на разходите за транспорт по съответния маршрут има вида

$$c_p = S_p u_s, \quad (17)$$

където:

S_p е дължината на маршрута, по който се изпълнява p -тия курс;

u_s е поправъчният коефициент за експлоатационните разходи за транспортното средство изпълняващо p -тия курс

Тогава целевата функция ще бъде:

$$\min : Z = \sum_{p=1}^N c_p y_p. \quad (18)$$

При така разработения математически модел от формална гледна точка винаги съществуват алтернативни екстремуми, тъй като целевата функция има една и съща стойност при преномериране на курсовете в рамките на един и същ маршрут и едно и също транспортно средство. От икономическа гледна точка, обаче, тези екстремуми не би трябвало да се разглеждат като алтернативни.

В матричен вид задачата може да се запише по следния начин:

$$Z = C \cdot X; \quad (19)$$

$$A_1 \cdot X \leq B; \quad (20)$$

$$A_2 \cdot X = V; \quad (21)$$

$$A_3 \cdot X \leq O; \quad (22)$$

$$X \geq O; \quad (23)$$

$$Y \leq \|1\|, \quad (24)$$

Елементите на вектора V са стойностите на товароподемността на транспортното средство, изпълняващо съответния курс. Коефициентите $a_{ij}^{(w)}$ на матриците A_1 , A_2 , A_3 могат да заемат стойност 0 или 1. Всички останали елементи на матриците са равни на нула.

Необходимата информация за решаване на оптимизационната задача е представена във вид на граф. На върховете му се присвояват числови стойности (тегла), съответстващи на количеството стоково-материални ценности, които трябва да бъдат доставени до съответния район. Към ребрата на графа се асоциират числа, които съответстват на транспортните разходи на еталонното транспортно средство.

Общата структура на входните данни може да има вида показан на *Фигура 6 (А и Б)*. С V_i са означени върховете на графа. V_1 е върхът съответстващ на района, в който е разположен складът на фирмата. Теглата b_i на върховете са количествата стоково-материални ценности, които трябва да бъдат доставени до съответния обект. Ребрата са представени с ненаредени двойки $V_i - V_j$. Теглата $W_{i,j}$ на ребрата са разходите за изминаване на разстоянията между върховете. От списъка на ребрата може да се построи списъкът на съседство на върховете.

<i>Върхове</i>		<i>Ребра</i>		<i>Тегло</i>	
V_1	b_1	$V_1 - V_{i_1}$		W_{1,i_1}	
V_2	b_2	$V_1 - V_{i_2}$		W_{1,i_2}	
V_3	b_3	
...	...	$V_2 - V_{i_q}$		W_{2,i_q}	
V_n	b_n	$V_2 - V_{j_1}$		W_{2,j_1}	
		
		$V_3 - V_{j_p}$		W_{3,j_p}	
		
		$V_n - V_{k_1}$		W_{n,k_1}	
		
		$V_n - V_{k_r}$		W_{n,k_r}	

А. Върхове на графа и теглата им

Б. Ребра на графа и теглата им

Фигура 6 Структура на входните данни за оптимизация на доставката на стоково-материални ценности

Определят се затворените контури в графа. Всеки контур минава през няколко върха. Обединението на върховете, принадлежащи на всички контури трябва да е равно на множеството на върховете на графа. При това е възможно един и същ връх да участва в повече от един контур.

Сумата от теглата на всички ребра, принадлежащи на даден контур, дава стойността на разходите за обхождането им с използване на еталонно транспортно средство. Сумата от теглата на всички върхове, принадлежащи на контура дава общия обем на стоково-материалните ценности, които трябва да бъдат превозени по този контур. При това трябва да се има предвид следното:

- ако при обхождането на контура се преминава няколко пъти през едно и също ребро, то теглото му участва няколко пъти в общата оценка на транспортните разходи за преминаване на съответния контур;
- независимо от това колко пъти при обхождането на контура се преминава през един и същ връх, теглото му участва в общата оценка на доставените стоки само веднъж.

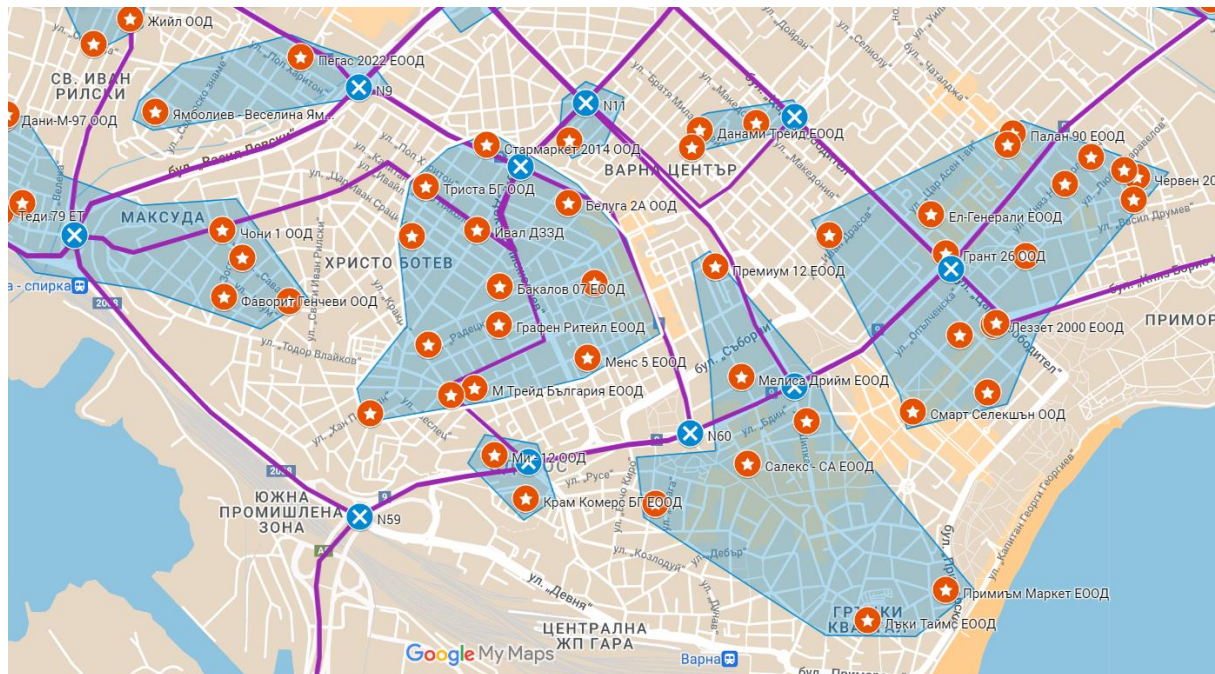
За решаване на оптимизационната задача са използвани данни за реално осъществените продажби от „Малвис Трейд“ ООД на 01.12.2023 година. Пътната мрежа е създадена върху дигитална географска карта (Google My Maps), като отделните елементи са разположени в отделни слоеве от картата и са изобразени със специфични символи.

Създаването на графичната карта преминава на няколко етапа:

1. Въвеждане на търговските обекти, включително склада на фирмата. Те се разполагат в техните реални географски координати. За наименования са използвани реалните наименования на търговските обекти. Към създадените обекти автоматично се асоциират географските им координати.
2. Въвеждане на пътните възли. Въвеждат се като точкови обекти на подходящи места по междуселищните пътища и градските улици. Наименованията на пътните възли се състоят от буквата „N” и пореден номер. Номерацията е произволна и има за цел да създаде уникално име на пътния възел.
3. Формиране на райони за доставка. На база на експертна оценка от разработчика към някои от пътните възли се асоциират търговските обекти, които са в непосредствена близост до тях или такива, до които възлите осигуряват лесен достъп. Всеки търговски обект може да бъде свързан само с един пътен възел, но към един възел могат да бъдат свързани няколко различни обекта. Наименованията на районите се състоят от буквата „R“ и номера на пътния възел, към който са асоциирани. Възможно е към някои възли да няма асоциирани райони.
4. Формиране на пътни отсечки. Пътните възли се свързват с пътни отсечки, които следват съществуващата шосейна и улична мрежа. Към всяка отсечка се асоциира дължината ѝ в метри. Наименованията на пътните отсечки включват наименованията на пътните възли, които са

краища на отсечката. Пътната отсечка, свързваща възли N_i и N_j се именува N_i-N_j .

Като се има предвид горното, пътната мрежа може да се моделира с ненасочен граф. (Фигура 7).



Фигура 7 Търговски обекти на „Малвис Трейд“ ООД, пътни възли, райони и пътни отсечки (част от географската карта)

За конкретната ситуация на 01.12.2023 година параметрите на решаваната задача са:

- Брой снабдявани търговски обекти – 152;
- Брой на пътните възли – 59;
- Брой на районите асоциирани към пътните възли – 34;
- Брой на пътните отсечки – 91;
- Обща дължина на пътните отсечки – 234,33 километра;
- Общо брутно тегло на транспортираните стоково-материални ценности – 4399 килограма.

За решаване на оптимизационната задача е необходимо да се определят възможни маршрути за снабдяване на районите, като всеки маршрут трябва да започва и да завършва в район 1 (R1, районът, в който се намира склада на фирмата). Множеството от маршрути трябва да е такова, че да покрива всички възли, за които има доставки. За определяне на оптимално решение е необходимо да се генерират всички възможни такива маршрути и да се изберат

тези, за които разходите за доставяне на стоково-материалните ценности до клиентите са най-ниски. Разходите се определят на база на изминатите километри от всяко транспортно средство умножени по съответния коефициент на ефективност.

За създаване и решаване на оптимизационната задача е използван езикът за програмиране R, който предлага свободна софтуерна среда за статистически изчисления и графика. За създаване на пълно множество от затворени маршрути е удобно да се използва следната последователност:

1. Определя се най-късият път между възел N_i и произволен възел от мрежата N_i , който е асоцииран с район за снабдяване.
2. Определя се най-късият път от възел N_i до възел N_j , който също е асоцииран с район за снабдяване.
3. Определя се най-късият път от възел N_j до възел N_l .
4. Получените по-горе пътища се свързват последователно и определят искания маршрут.

За описаните по-горе действия могат да се използват известни алгоритми, като този на Dijkstra. Същият е имплементиран като функции или пакети в различни програмни езици, включително в R.

Броят на създадените маршрути е изключително голям. За разглеждания пример броят им е 423. Количествата стоки, които се доставят до районите по всеки маршрут се моделират с променливи. Броят на тези променливи за настоящия пример е 10237. Изпълнението или неизпълнението на курс по дадения маршрут се моделира с бинарни променливи. Броят им е 1234. Ограниченията от вид I (12) са общо 1234. Ограниченията от вид II (13) са общо 34. А ограниченията от вид III (14) са 1234. Със съществуващите масово достъпни технически средства времето за решаване на такава задача се измерва в денонощия и е практически неприложимо за ежедневно планиране на доставките.

Поради огромния обем на генерираната по горния способ задача и липсата на възможност за прилагането ѝ в реално време, маршрутите се генерират на основата на експертна оценка. За целта от пътната мрежа се избират пътни отсечки, които формират радиални маршрути от склада на фирмата до най-отдалечените райони за доставка и рокадни пътища, които свързват избрани райони от съседни радиални пътища. При това е възможно два и повече

радиални пътя да имат общи участъци. Съвкупност от два радиални и един рокаден път формират контур. По този начин част от районите лежащи на контур с голяма дължина лежат и на контур с по-малка дължина. Това позволява, ако необходимото за доставяне количество стока по даден контур е такова, че трябва да се изпратят два и повече автомобили, то само единият от тях ще мине по най-дългия контур.

За съществуващата пътна мрежа са определени радиални и рокадни пътища в направления от склада на „Малвис Трейд“ ООД към:

- курортни комплекси („Св.Св Константин и Елена“, „Златни Пясъци“, кв. „Виница“);
- пазар „Чаталджа“ – площад „Съединение“;
- централна част на гр. Варна;
- кв. „Христо Ботев“;
- район Юг – южно от Варненско езеро;
- район Северозапад – северния бряг на Варненското езеро;
- обиколно направление - преминава от район Юг в район Северозапад чрез фериботната връзка в град Белослав.

Определените пътни отсечки формират контурите представени в *Таблица 2*.

При така определените направления и контури задачата на линейното оптимизиране има следните характеристики:

- брой на затворените маршрути – 14;
- брой на променливите, моделиращи количествата доставени стоки – 316;
- брой на бинарните променливи, моделиращи изпълнението или неизпълнението на курсовете – 39;
- ограничения от вид I (12) – 39;
- ограничения от вид II (13) – 34;
- ограничения от вид III (14) – 39.

Направление	Контур	Дължина на контура (км)	Количество доставени стоки (кг)
Курортни комплекси	N1-N2-N3-N16-N12-N10-N12-N13-N22-N14-N5-N4-N2-N1	24,4	1229
	N1-N2-N3-N16-N12-N13-N22-N14-N5-N4-N2-N1	14,3	1134
	N1-N2-N3-N16-N22-N14-N5-N4-N2-N1	11,1	1090
пазар "Чаталджа" - пл. "Съединение"	N1-N2-N4-N5-N14-N22-N7-N11-N6-N24-N1	8,2	747
	N1-N2-N4-N5-N14-N11-N6-N24-N1	6,6	324
Централна част	N1-N24-N6-N11-N7-N60-N15-N8-N9-N21-N24-N1	8,9	885
	N1-N24-N6-N11-N8-N9-N21-N24-N1	5,9	733
кв. "Христо Ботев"	N1-N24-N21-N9-N8-N15-N59-N17-N21-N24-N1	8,9	1111
	N1-N24-N21-N9-N17-N21-N24-N1	6,2	715
район Юг	N1-N24-N21-N17-N59-N50-N53-N55-N56-N57-N45-N44-N45-N57-N56-N55-N53-N50-N59-N17-N21-N24-N1	129,4	1219
	N1-N24-N21-N17-N59-N50-N53-N55-N56-N57-N45-N44-N45-N57-N51-N52-N46-N47-N49-N48-N49-N50-N59-N17-N21-N24-N1	162,9	1510
район Север	N1-N2-N26-N18-N34-N28-N31-N37-N38-N39-N40-N39-N38-N37-N19-N32-N30-N29-N27-N25-N24-N1	28,4	1248
	N1-N2-N26-N18-N34-N28-N31-N37-N38-N39-N40-N42-N33-N41-N23-N21-N24-N1	30,3	1419
Направление обиколно	N1-N24-N21-N17-N59-N50-N49-N48-N47-N46-N52-N51-N52-N46-N43-N42-N33-N41-N23-N21-N24-N1	82,7	1257

Таблица 2: Направления и контури за снабдяване

Предвижда се използване на два типа автомобили – с товароподемност 0,8 тона и 1,5 тона. При оценка на експлоатационните разходи се приема за базов (коэффициент 1) автомобил с товароподемност 0,8 тона. Коэффициентът на експлоатационните разходи за автомобил с товароподемност 1,5 тона е 1,1.

След решаване на задачата се получава следното решение (*Таблица 3*):

Автомобил товароподемност	Дължина (км)	Контур	Снабдява район (№-кг)	Доставено количество (кг)
1,5	24,4	N1 N2 N3 N16 N12 N10 N12 N13 N22 N14 N5 N4 N2 N1	R1-144; R3-41; R16- 499; R10-95; R13- 44; R22-298; R14- 66; R5-8; R4-34	1229
0,8	8,8	N1 N24 N6 N11 N7 N60 N15 N8 N9 N21 N24 N1	R6-51; R11-21; R7- 125; R15-27; R8- 369; R9-32	625
1,5	162,9	N1 N24 N21 N17 N59 N50 N53 N55 N56 N57 N45 N44 N45 N57 N51 N52 N46 N47 N49 N48 N49 N50 N59 N17 N21 N24 N1	R21-116; R17-423; R50-208; R55-49; R56-17; R57-114; R45-42; R44-106; R51-10; R46-206; R47-40; R48-35	1366
1,5	30,3	N1 N2 N26 N18 N34 N28 N31 N37 N38 N39 N40 N42 N33 N41 N23 N21 N24 N1	R26-57; R34-62; R28-163; R31-145; R39-396; R40-281; R42-75	1179

Таблица 3: План за снабдяване със стоково-материални ценности за 01.12.2023

Г.

Стойността на целевата функция е 269986,6. Тя се формира от дължината на изминатите километри от всяко транспортно средство в плана, умножена по съответния коефициент на ефективност и е безразмерна величина.

Необходимо е да се има предвид, че това решение е оптимално за избраното множество от контури. Както беше казано по-горе, то е определено по експертни оценки. Изборът на друго множество би довел до друго възможно решение. В този смисъл решението не може да се счита за абсолютно оптимално. Абсолютно оптимално решение може да се получи ако бъдат обхванати всички възможни контури. Това, обаче, води до увеличаване на броя на променливите и на ограниченията.

В момента транспортът на стоково-материални ценности до клиентите на „Малвис Трейд“ ООД се осъществява като всяко от транспортните средства извършва по два курса на ден, т.е. ежедневно се правят общо 16 курса. Прилагането на предложения модел предлага вариант за намаляване на броя осъществени курсове за ден и на транспортните разходи. Важно е да се отбележи, че за да може да се прилага този метод на работа е необходимо да се промени начинът, по който се обслужват клиентите, а именно през текущия ден да се събират всички заявки за стоково-материални ценности и да се обслужват през следващия работен ден.

III. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Теоретичните изследвания и направените на тяхна основа практически проучвания позволяват да се обобщят следните по-важни приносни моменти в теоретичен и практико-приложен аспект:

1. Въз основа на задълбочени проучвания и анализ се допълва и изяснява същността на веригата на доставките, материалните потоци и тяхното управление.
2. Представени са възможностите на икономико-математическите модели и методи за оптималното управление на материалните потоци във веригата на доставките.
3. Разработени са икономико-математически модели, които да помогнат за оптимизацията при планиране на доставките на стоково-материални ценности и при изготвяне на използваните маршрути за разнос.
4. Предложени са подходящи методи и алгоритми за намирането на оптимални решения на предложените икономико-математически модели.
5. Представени са приложните аспекти на направените оптимизации чрез извършен анализ на дейността на фирма „Малвис Трейд“ ООД.

IV. ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Статии:

1. „An Approach to Modeling the Probable Consumers Demand of Food Products Using Pearson Distribution System and Johnson Distribution System.“, Izvestiya : Journal of Economics, Management and Informatics, Varna : Publ. house Science and Economy, 67, 2023, 3, 213-223., ISSN(онлайн) 2367-6957 / DOI [10.56065/IJUEV2023.67.3.213](https://journal.ue-varna.bg/uploads/20231024113258_6184927586537ab6aa4c10.pdf) / https://journal.ue-varna.bg/uploads/20231024113258_6184927586537ab6aa4c10.pdf, самостоятелна.

Доклади:

1. „Прилагане на теорията на Бокс и Дженкинс за оценка на динамиката на продажбите на едро в малка дистрибуторска фирма.“, Фундаменталната подготовка във висшето образование : Сборник с доклади от международна научно-практическа конференция, организ. от кат. "Статистика и приложна математика" при ИУ - Варна, 21 окт. 2022, Варна : Наука и икономика, 2022, 187-192., ISSN(онлайн) 2815-3863 / <https://www.cceol.com/search/chapter-detail?id=1070060>, самостоятелен.

2. „Използване на линеен оптимизационен модел за планиране на доставки по маршрути.“, Фундаменталната подготовка във висшето образование : Сборник с доклади от международна научно-практическа конференция, организ. от кат. "Статистика и приложна математика" при ИУ - Варна, 21 окт. 2022, Варна : Наука и икономика, 2022, 181-186., ISSN(онлайн) 2815-3863 / <https://www.cceol.com/search/chapter-detail?id=1070057>, самостоятелен.