

ОПТИМИЗАЦИЯ МАЯТНИКОВЫХ МАРШРУТОВ С ОБРАТНЫМ ХОЛОСТЫМ ПРОБЕГОМ

*Методические указания
по изучению и использованию компьютерной программы
к практическим занятиям по дисциплине «Логистика»*

Минск
2010

УДК 339.18(07)

ББК 65.40я7

О 62

Составители:

кандидат экономических наук, доцент *П.А. Дроздов*;

кандидат технических наук *М.М. Дечко*

Рецензенты:

заведующий сектором агросервиса Института

системных исследований в АПК НАН Беларуси,

доктор экономических наук, профессор *А.С. Сайганов*;

заведующий кафедрой технологии металлов УО "БГАТУ",

доктор технических наук, профессор *В.М. Капцевич*

Методические указания к практическому занятию на тему: "Оптимизация маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом" содержат описание метода оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым на базе конкретного практического примера, а также алгоритм реализации предлагаемого программного продукта с указанием его прикладных возможностей.

УДК 339.18(07)

ББК 65.40я7

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Цель практического занятия	5
2 Порядок выполнения работы	5
3 Общие сведения	5
3.1 Оптимизация маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом	5
3.2 Пример реализации предлагаемого программного продукта ...	14
4 Задание на выполнение практической работы	21
Контрольные работы	23
Литература	23

ВВЕДЕНИЕ

Транспорт, являясь базовой отраслью национальной экономики государства, обеспечивает взаимосвязь его элементов, способствует углублению территориального разделения труда.

Значительный объем грузов (до 85%) в народном хозяйстве перевозится автомобильным транспортом, который является неотъемлемой составной частью транспортной системы национальной экономики, ее наиболее гибким и мобильным компонентом. В этой связи весьма актуальным является рациональное управление автотранспортом, которое включает оптимизацию маятниковых и кольцевых маршрутов и позволяет при одних и тех же объемах грузоперевозок снизить транспортную работу, а также потребление горюче-смазочных материалов до 30%.

В связи с этим авторами на базе известной экономико-математической модели был разработан программный продукт, который позволяет осуществлять оптимизацию маятниковых маршрутов с обратных холостым пробегом с помощью компьютерной техники, что дает возможность снизить трудоемкость расчетных работ в десятки раз, обеспечивая тем самым его привлекательность для повсеместного внедрения в практику хозяйственной деятельности не только автотранспортных предприятий, но и других организаций, осуществляющих грузоперевозки.

Программа дает возможность оптимизировать маршруты по обслуживанию до восьми потребителей посредством автотранспорта или тракторно-транспортных агрегатов в количестве не более восьми единиц, имеющих одинаковые технико-эксплуатационные показатели: грузоподъемность (объем грузовой платформы) и скорость движения.

Выходной продукцией программы является маршрутная ведомость, устанавливающая не только последовательность движения автомобилей на маршрутах, но и протяженность, и продолжительность каждого из маршрутов. Наряду с этим программа показывает необходимое количество единиц транспортных средств, а также их совокупный пробег до и после оптимизации, что позволяет определять размер экономического эффекта от использования оптимальной маршрутизации.

1 ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом, а также освоить компьютерную программу, предназначенную для проведения данных расчетных работ.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.1. Используя лекционный материал, настоящие методические указания, а также учебную литературу [1] студенту необходимо в период самоподготовки изучить порядок оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом.

2.2. Студент в соответствии с заданием, осуществляет необходимые расчеты и заполняет сводную маршрутную ведомость. По результатам выполненной работы делает выводы об экономической целесообразности оптимальной маршрутизации движения транспорта.

2.3. После выполнения задания студент защищает результаты выполненной работы у приемной комиссии в составе преподавателя и студентов.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1 Оптимизация маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом

Маятниковый маршрут – такой маршрут, при котором путь следования транспортного средства (автомобиля, тракторно-транспортного агрегата) между двумя грузопунктами неоднократно повторяется.

Маятниковые маршруты бывают:

- с обратным холостым пробегом;
- с обратным неполностью груженым пробегом;
- с обратным груженым пробегом.

На рисунке 1 отражено графическое представление маятникового маршрута с обратным холостым пробегом.

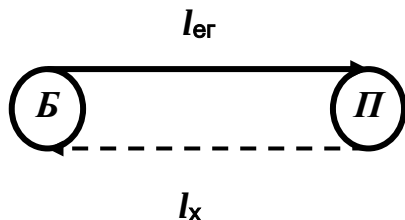


Рисунок 1. – Графическое представление маятникового маршрута с обратным холостым пробегом

Б – товарная база (место загрузки транспорта); *П* – потребитель товара;
 $l_{гр}$ – груженная ездка; l_x – холостой (порожний) пробег.

Прежде чем рассмотреть оптимизацию маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом, представим определения необходимых базовых понятий:

1. *Груз* – это товар или материальный ресурс принятый к перевозке. При этом, если груз упакован в определенную тару и защищен от внешних механических и атмосферных воздействий, то такой груз называется транспортабельным.

2. *Ездка* – законченная транспортная работа, включающая погрузку товара, движение автомобиля с грузом, выгрузку товара и подачу транспортного средства под следующую погрузку.

3. *Груженная ездка* – это путь движения автомобиля с грузом.

4. *Порожний (холостой) пробег* – это путь движения автомобиля без груза.

5. *Оборот* – выполнение автомобилем одной или нескольких транспортных работ (ездок) с обязательным возвращением его в исходную точку.

6. *Время на маршруте* – это период времени с момента подачи автомобиля под первую погрузку до момента окончания последней выгрузки.

7. *Время в наряде* – это период времени с момента выезда автомобиля из автопарка до момента его возвращения в автопарк.

8. *Первый нулевой пробег* – путь движения автомобиля из автопарка к месту первой погрузки.

9. *Второй нулевой пробег* – путь движения автомобиля из места последней разгрузки в автопарк.

10. Техническая скорость

$$v_t = l_{\text{общ}} / t_{\text{дв}},$$

где $l_{\text{общ}}$ – общий пробег автомобиля за рабочий день, км.
 $t_{\text{дв}}$ – время движения, ч.

Следует подчеркнуть, что в случае если оптовая база имеет собственный подвижной состав автомобильного транспорта, то в данной ситуации время в наряде равно времени на маршруте.

Реализацию задачи оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом рассмотрим на примере следующей производственной ситуации. В соответствии с заключенными договорами на оказание транспортных услуг автотранспортное предприятие (АТП) 24 июня 2009 г. должно обеспечить доставку гравия трем потребителям Π_1 , Π_2 и Π_3 , потребности которых составляют соответственно 30, 40 и 50 м³. При этом оговорено, что доставка должна быть обеспечена независимо от времени рабочего дня. Расстояния в километрах пути между АТП и потребителями, а также между потребителями и карьером (К) откуда будет осуществляться доставка гравия, представлены на схеме (рисунке 2).

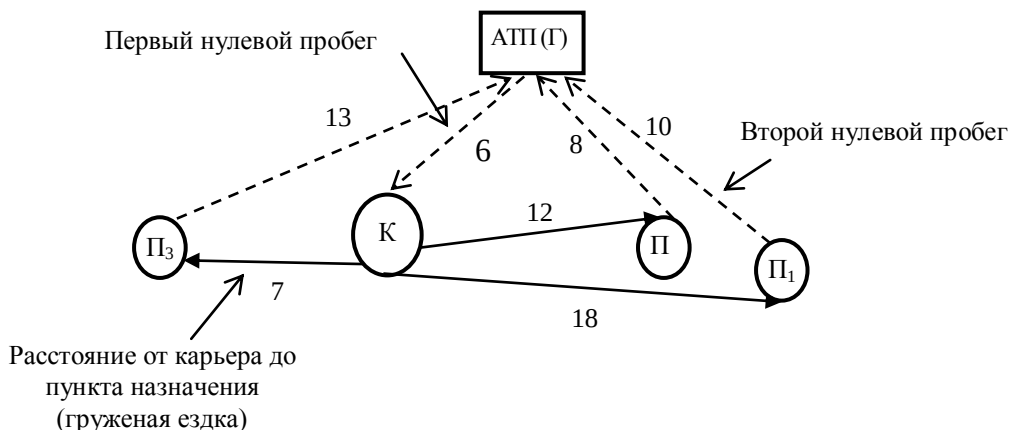


Рисунок 2. – Схема размещения автотранспортного предприятия (АТП), карьера (К) и потребителей (П)

Следует отметить, что при составлении данной схемы наряду с обеспечением минимального расстояния между соответствующими

пунктами, необходимо учитывать следующие факторы: фактическое состояние дорожного покрытия, количество возможных кратковременных остановок регламентированных правилами дорожного движения и т.п. Это позволит с одной стороны сократить физический износ техники в результате ее производственной эксплуатации, а с другой – увеличить производительность автотранспорта. Так, в нашем примере (см. рисунок 2) длина груженой ездки от точки К до Π_1 составляет 18 км, что больше суммы первого и второго нулевого пробегов ($6 + 10 = 16$ км) и обусловлено учетом вышеуказанных факторов.

Транспортировка груза в соответствии с договорами будет осуществляться автомобилями МАЗ с емкостью грузовой платформы 5 м^3 . В этой связи в пункт Π_1 потребуется сделать 6 ездов ($30 \text{ м}^3 : 5 \text{ м}^3$), в пункты Π_2 и Π_3 – 8 и 10 ездов соответственно. Наряду с этим принималось, что время работы автомобилей в наряде – 8 часов, техническая скорость – 40 км/час, а суммарное время под грузкой-разгрузкой – 20 минут.

Следует подчеркнуть, что с учетом вышепредставленной информации устанавливается (на этапе предварительных расчетов) и отмечается в соответствующих договорах, что для обслуживания первого потребителя потребуется один автомобиль, совокупный пробег которого составит 214 км, для обслуживания второго и третьего потребителя потребуется также по одному автомобилю, совокупный пробег которых составит 194 и 152 км соответственно (см. стр. 15–18), что, в свою очередь, является исходной базой для расчета стоимости транспортных услуг для каждого из потребителей. Таким образом, совокупный дневной пробег автомобилей по обслуживанию трех потребителей согласно договорам составит 560 км.

Задача оптимизации транспортных маршрутов состоит в том, чтобы обеспечить минимально необходимый пробег автомобилей при обслуживании потребителей. Анализ исходной информации и рисунка 2 показывает, что совокупный груженный пробег автомобилей оптимизировать невозможно, так как количество ездов, которое необходимо сделать потребителям, а также расстояния от карьера до пунктов назначения строго зафиксированы договорными обязательствами. Следовательно, оптимизация маятниковых маршрутов возможна только за счет минимизации совокупного порожнего пробега. Это достигается, одновременно учитывая второй нулевой и холостой пробеги автотранспорта для соответствующих потребителей. Так, например, в нашем примере потребитель Π_2 отличается

минимальным вторым нулевым пробегом (8 км). Однако, максимальный холостой пробег имеет место при обслуживании потребителя Π_3 (холостой пробег = груженой езде = 18 км). В этой связи, чтобы учесть влияния этих двух показателей необходимо определить их разность для всех потребителей.

Таким образом, минимизация совокупного порожнего пробега возможна в случае выполнения следующих двух условий:

1. Построение маршрутов по обслуживанию потребителей (пунктов назначения) необходимо осуществлять таким образом, чтобы на пункте назначения, который имеет минимальную разность расстояния от него до автотранспортного предприятия и расстояния от товарной базы (в нашем случае, карьера) до этого пункта назначения (разность второго нулевого пробега и груженой ездки), заканчивало свою дневную работу, возвращаясь на автотранспортное предприятие, максимально возможное число автомобилей. При этом данное максимальное число определяется количеством ездок, которое необходимо сделать в этот пункт назначения. Так, если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей равно или меньше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то все эти автомобили проедут через данный пункт назначения, сделав последнюю груженую ездку в конце рабочего дня при возвращении на АТП. В противном случае, если общее число автомобилей по обслуживанию всех потребителей больше количества ездок, которое необходимо сделать в указанный пункт назначения, то автомобили, которые входят в превышающее число, должны оканчивать свою дневную работу на пункте назначения, имеющем следующее по величине минимальное значение разности второго нулевого пробега и груженой ездки и т.д.

2. Общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах при обслуживании потребителей, должно быть минимально необходимым. Это достигается обеспечением максимально полной загрузки автомобилей по времени в течение рабочего дня (например, восьмичасовой рабочей смены).

С учетом вышепредставленных условий запишем структурную математическую модель оптимизации маятниковых маршрутов:

$$L = \sum_{j=1}^n (l_0^{\Pi_j} - l_{\text{кп}j}) \times X_j \rightarrow \min,$$

при условиях:

$$0 \leq X_j \leq Q_j,$$

$$\sum_{j=1}^n X_j = N \rightarrow \min,$$

где L – совокупный порожний пробег, км;

j – номер потребителя;

n – количество потребителей;

$l_0^{П_j}$ – расстояние от пункта назначения ($П_j$) до автотранспортного предприятия (второй нулевой пробег), км;

$l_{КП_j}$ – расстояние от товарной базы (в нашем случае, карьера К) до пункта назначения ($П_j$) (груженная ездка), км;

X_j – количество автомобилей, работающих на маршрутах с последним пунктом разгрузки ($П_j$);

Q_j – необходимое количество ездов в пункт назначения ($П_j$);

N – общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах.

Применяется следующий алгоритм решения подобных задач.

1. Составляется рабочая матрица № 1 (таблица 1).

Таблица 1 – Исходная рабочая матрица № 1

Пункт назначения	Исходные данные		Оценка (разность расстояний)
$П_j$	$l_0^{П_j}$	$l_{КП_j}$	$l_0^{П_j} - l_{КП_j}$
$П_1$	10	18	-8
$П_2$	8	12	-4
$П_3$	13	7	6
	Q_j		
	6		
	8		
	10		

Выбирают пункт, имеющий минимальную оценку (разность расстояний). В нашем примере – это пункт назначения $П_1$.

2. Учитывая исходную информацию (двухсторонние договора), предварительно принимается общее число автомобилей (N), работающих на всех маршрутах по обслуживанию потребителей $П_1$, $П_2$ и $П_3$ (в нашем примере равно трем). Следует подчеркнуть, что в результате оптимизационных расчетов число (N) может остаться на прежнем уровне или сократиться.

3. В соответствии с первым условием обеспечения минимизации совокупного порожнего пробега устанавливается количество автомобилей, которое проедет через выбранный пункт назначения (см. п. 1 алгоритма), осуществляя последнюю грузеную езду в конце рабочего дня при возвращении на АТП. В нашем примере этот пункт назначения Π_1 . При этом, так как общее число автомобилей по обслуживанию потребителей Π_1 , Π_2 и Π_3 равно трем (меньше необходимого количества ездов, которое необходимо сделать в пункт назначения Π_1 , в два раза) следовательно, на данном пункте будут оканчивать свою дневную работу все три автомобиля, осуществляя в пункт Π_1 по две грузеные езды.

Так как в пункты назначения Π_2 и Π_3 необходимо сделать четное число ездов 8 и 10 соответственно (не делится поровну на каждый из трех автомобилей), очевидно, что каждый из автомобилей будет двигаться по собственному маршруту или один из них – по одному маршруту, а два других – по другому.

4. Определяется маршрут движения для первого автомобиля. Для этого выбирают два пункта, имеющих минимальную и наибольшую оценку (разность расстояний). В нашем случае это соответственно –8 (Π_1) и 6 (Π_3). Исходя из первого условия, автомобиль, обслуживающий эти пункты назначения начинает рабочую смену с пункта Π_3 и заканчивает пунктом Π_1 .

5. Определяется, какое количество грузеных ездов сможет сделать автомобиль в пункты назначения первого маршрута за восьмичасовой рабочий день.

Из вышепредставленных рассуждений (см. п. 3 алгоритма) в пункт назначения Π_1 будет сделано две грузеные езды. В этой связи остается определить, сколько ездов осуществит автомобиль в пункт Π_3 .

Для этого рассчитывают поминутное время работы первого автомобиля на маршруте.

Время в пути от Г до К = $(l_{ГК}/v_r) \times 60$ мин. = $(6/40) \times 60 = 9$ мин.

Время в пути от Π_1 до Г = $(10/40) \times 60 = 15$ мин.

Время оборота $\text{К}\Pi_3\text{К} = ((7 + 7)/40) \times 60 + 20 = 41$ мин.

Время в пути $\text{К}\Pi_1\text{К}\Pi_1 = (18 \cdot 3/40) \times 60 + 20 \times 2 = 121$ мин.

Где 20 минут – это суммарное время под погрузкой-разгрузкой.

Определяем, сколько ездов сделает автомобиль в пункт Π_3 , учитывая, что время его работы в наряде составляет 480 мин.

$$(480 - 9 - 121 - 15)/41 = 8 \text{ ездов.}$$

6. Цикл повторяется. Составляется вторая рабочая матрица с учетом выполненной работы на первом маршруте. В нашем примере в пункт назначения Π_1 сделано 2 ездки, а в пункт Π_3 – 8 ездок (таблица 2).

Таблица 2 – Рабочая матрица № 2

Пункт назначения	Исходные данные	Оценка (разность расстояний)
Π_j	$I_0^{Пj} \quad Q_i \quad I_{КПj}$	$I_0^{Пj} - I_{КПj}$
Π_1	10 18 4 = 6 – 2	-8
Π_2	8 12 8	-4
Π_3	13 7 2 = 10 – 8	6

7. Определяется маршрут движения для второго автомобиля. В нашем примере (принимая во внимание пункты 3 и 4 алгоритма), очевидно, что маршрут движения второго автомобиля будет проходить через все три пункта назначения: в начале рабочего дня второй автомобиль сделает две ездки в пункт Π_3 (таким образом, дообслужив его), начнет обслуживание пункта Π_2 и также как первый автомобиль сделает в конце рабочего дня две груженные ездки в пункт Π_1 и возвратиться на АТП. Из этого следует, что необходимо определить, сколько ездок осуществит (успеет осуществить) второй автомобиль в пункт Π_2 .

Рассчитаем поминутное время работы на маршруте движения второго автомобиля.

Время в пути от Г до К = $(6/40) \times 60 = 9$ мин.

Время в пути от Π_1 до Г = $(10/40) \times 60 = 15$ мин.

Время двух оборотов $К\Pi_3К = 2 \times [(7 + 7)/40] \times 60 + 20 = 82$ мин.

Время оборота $К\Pi_2К = ((12 + 12)/40) \times 60 + 20 = 56$ мин.

Время в пути $К\Pi_1К\Pi_1 = (18 \times 3/40) \times 60 + 20 \times 2 = 121$ мин.

Определяем, сколько ездок сделает второй автомобиль в пункт Π_2 , учитывая, что время его работы в наряде составляет 480 мин.

$$(480 - 9 - 82 - 121 - 15)/56 = 4 \text{ ездки.}$$

8. Цикл повторяется. Составляется третья рабочая матрица с учетом выполненной работы на первом и втором маршрутах. В нашем примере в пункт назначения Π_1 сделано 4 ездки, в пункт Π_3 – 10 ездов (дневные потребности удовлетворены), а в пункт Π_2 – 4 ездки (таблица 3).

Таблица 3 – Рабочая матрица № 3

Пункт назначения	Исходные данные	Оценка (разность расстояний)
Π_j	$l_0^{ij} \quad l_{K\Pi j}$ Q_i	$l_0^{ij} - l_{K\Pi j}$
Π_1	10 $2 = 6 - 4$	18 -8
Π_2	8 $4 = 8 - 4$	12 -4

9. Определяется маршрут движения для третьего автомобиля. Анализ таблицы 7.3 показывает, что его маршрут движения будет проходить через пункты назначения Π_2 и Π_1 : в начале рабочего дня третий автомобиль сделает 4 ездки в пункт Π_2 , и также как первый и второй автомобили сделает в конце рабочего дня две груженные ездки в пункт Π_1 и возвратиться на АТП.

Сравнивая маршрут движения третьего автомобиля с маршрутом движения второго, можно с уверенностью сказать, что третий автомобиль будет иметь определенную недогрузку по времени рабочей смены. Определим ее величину, для чего рассчитаем поминутное время работы на маршруте движения третьего автомобиля.

Время в пути от Г до К = $(6/40) \times 60 = 9$ мин.

Время в пути от Π_1 до Г = $(10/40) \times 60 = 15$ мин.

Время четырех оборотов $K\Pi_2K = 4 \times [(12 + 12)/40 \times 60 + 20] = 224$ мин.

Время в пути $K\Pi_1K\Pi_1 = (18 \cdot 3/40) \times 60 + 20 \times 2 = 121$ мин.

Величина недогрузки по времени рабочей смены третьего автомобиля составит:

$$480 - 9 - 224 - 121 - 15 = 111 \text{ мин.} \approx 2 \text{ часа.}$$

Величина недогрузки по времени рабочей смены третьего автомобиля позволяет при необходимости направить последнего на выполнение другой транспортной работы.

10. Составляется сводная маршрутная ведомость (таблица 4).

Таблица 4 – Сводная маршрутная ведомость

№ маршрута	Последовательность выполнения маршрута	Расшифровка	Количество автомобилей на маршруте	Длина маршрута, км
1	$\Gamma \rightarrow (K \rightarrow P_3 \rightarrow K) \cdot 8 \rightarrow P_1 \rightarrow K \rightarrow P_1 \rightarrow \Gamma$	Γ – АТП К – карьер P_3 – ПМК P_1 – ЖБИ	1	182
2	$\Gamma \rightarrow (K \rightarrow P_3 \rightarrow K) \cdot 2 \rightarrow P_2 \rightarrow K \rightarrow P_2 \rightarrow K \rightarrow P_2 \rightarrow K \rightarrow P_1 \rightarrow K \rightarrow P_1 \rightarrow \Gamma$	Γ – АТП К – карьер P_3 – ПМК P_2 – РСУ P_1 – ЖБИ	1	194
3	$\Gamma \rightarrow (K \rightarrow P_2 \rightarrow K) \cdot 4 \rightarrow P_1 \rightarrow K \rightarrow P_1 \rightarrow \Gamma$	Γ – АТП К – карьер P_2 – РСУ P_1 – ЖБИ	1	166

8, 2 и 4 – количество оборотов.

Анализ таблицы 4 показывает, что совокупный дневной пробег трех автомобилей в соответствии с проведенными оптимизационными расчетами составляет 542 км, что на 18 км (560 – 542 км) меньше по сравнению с традиционным порядком обслуживания (до оптимизации).

3.2 Пример реализации предлагаемого программного продукта

Рассмотрим реализацию предлагаемого программного продукта на представленном выше примере, используя следующий алгоритм.

1. С учетом исходной информации заполняются зеленые области таблицы листа "план" – это ячейки С3–С10, D3–D10, E3–E10, С13, D13, E13, G13, H13 (таблица 5).

Таблица 5 – Таблица листа "план"

	В	С	Д	Е	Г	Н	К	Л
2	Потребитель	Потребность, м ³ (т)	Грузе-ная ездка, км	Второй нулевой пробег, км			Количество автомоб. для обслужи- вания по- требителя	Пробег для об- служива- ния по- требителя
3	П1	30	18	10			1	214
4	П2	40	12	8			1	194
5	П3	50	7	13			1	152
6	П4	0	0	0			0	0
7	П5	0	0	0			0	0
8	П6	0	0	0			0	0
9	П7	0	0	0			0	0
10	П8	0	0	0			0	0
11							до / после оптими- зации	
12		Грузо- подъ- емность, м ³ (т)	Средняя технич. ско- рость, км/ч	Суммар- ный простой под погр.- разгр., ч	Время работы в на- ряде, ч	Первый нуле- вой пробег, км	Необхо- димо машин	Совокуп- ный пробег на маршру- тах, км
13	Транс порт	5	40	0,33	8	6	3	560
14							3	542

Следует подчеркнуть, что синие области таблицы не заполняются. Они рассчитываются программой. При этом "Количество автомобилей до обслуживания потребителя", "Пробег для обслуживания потребителя", "Необходимо машин до оптимизации" и "Совокупный пробег на маршрутах до оптимизации" определялся исходя из следующих соображений.

Так как договора заключаются с каждым потребителем отдельно, в этой связи для каждого потребителя требуется определить не-

обходимое количество автомобилей для его обслуживания, а также путь, который проходит это количество автомобилей.

Для обслуживания потребителя, например, за 8-ми часовой рабочий день может потребоваться один и более автомобилей. Поэтому, во-первых, необходимо определить то количество автомобилей, которое нужно для обслуживания потребителя за время работы в наряде (8 часов) по формуле:

$$\left[\frac{\text{первый нулевой пр.} + \left(\text{груз. езд.} \times \left(2 \times \frac{\text{потребность потр. - ля}}{\text{грузопод. - ть авт. - ля}} - 1 \right) \right) + \text{второй нулевой пр.}}{\text{средняя техническая скорость}} \right] +$$

$$\frac{\frac{\text{потребность потр. - ля}}{\text{грузопод. - ть авт. - ля}} \times \text{суммарн. простой под погр. - разгр.}}{\text{время работы в наряде}}$$

Полученное количество автомобилей округляется в большую сторону до целого числа.

Так, необходимое количество автомобилей для первого потребителя (П1) составит:

$$\frac{\left[\frac{6 + \left(18 \times \left(2 \times \frac{30}{5} - 1 \right) \right) + 10}{40} \right] + \frac{30}{5} \times 0,33}{8} = 0,92.$$

Рассчитанное дробное число (0,92) округляется в большую сторону до целого числа – 1 автомобиль. Полученное таким образом "Количество автомобилей до обслуживания потребителя (П1)" отображается в ячейке **К3**.

Необходимое количество автомобилей для второго потребителя (П2):

$$\frac{\left[\frac{6 + \left(12 \times \left(2 \times \frac{40}{5} - 1 \right) \right) + 8}{40} \right] + \frac{40}{5} \times 0,33}{8} = 0,94.$$

Рассчитанное дробное число (0,94) округляется в большую сторону до целого числа – 1 автомобиль. Полученное таким образом "Количество автомобилей до обслуживания потребителя (П2)" отображается в ячейке **К4**.

Необходимое количество автомобилей для третьего потребителя (П3):

$$\frac{\left[\frac{6 + \left(7 \times \left(2 \times \frac{50}{5} - 1 \right) \right) + 13}{40} \right] + \frac{50}{5} \times 0,33}{8} = 0,89.$$

Рассчитанное дробное число (0,89) округляется в большую сторону до целого числа – 1 автомобиль. Полученное таким образом "Количество автомобилей до обслуживания потребителя (П3)" отображается в ячейке **К5**.

Чтобы определить необходимое количество автомобилей для обслуживания всех потребителей до оптимизации (ячейка **К13**), требуется сложить число автомобилей (до округления) для соответствующих потребителей. В нашем примере эта сумма составит 2,75 автомобиля (0,92+0,94+0,89). Полученная сумма округляется в большую сторону до целого числа. Это число и есть "необходимое количество машин до оптимизации". В нашем примере $2,75 \rightarrow 3,0$ автомобиль (ячейка **К13**).

Путь, который проходят автомобили (полученное количество автомобилей **К3**, **К4**, **К5**) при обслуживании соответствующего потребителя определяется по следующей формуле:

первый нулевой пр. × получен. кол. авт + $\left(\text{груз. езд.} \times \left(2 \times \frac{\text{потребность потр. - ля}}{\text{грузопод. - ть авт. - ля}} - 1 \times \text{получен. кол. авт.} \right) \right) +$
+ второй нулевой пр. × получен. кол. авт.

Так, путь, который проходит необходимое количество автомобилей (ячейка **K3**) для обслуживания первого потребителя составит:

$$6 \times 1 + \left(18 \times \left(2 \times \frac{30}{5} - 1 \times 1 \right) \right) + 10 \times 1 = 214 \text{ км.}$$

Полученный результат отражается в ячейке **L3**.

Путь, который проходит необходимое количество автомобилей (ячейка **K4**) для обслуживания второго потребителя составит:

$$6 \times 1 + \left(12 \times \left(2 \times \frac{40}{5} - 1 \times 1 \right) \right) + 8 \times 1 = 194 \text{ км.}$$

Полученный результат отражается в ячейке **L4**.

Путь, который проходит необходимое количество автомобилей (ячейка **K5**) для обслуживания третьего потребителя составит:

$$6 \times 1 + \left(7 \times \left(2 \times \frac{50}{5} - 1 \times 1 \right) \right) + 13 \times 1 = 152 \text{ км.}$$

Полученный результат отражается в ячейке **L5**.

Полученные, таким образом, пути для каждого потребителя суммируются, и в результате получается совокупный путь, который проходят автомобили до оптимизации (ячейка **L13**). В нашем примере 560 км (214+194+152).

2. После заполнения таблицы на листе план необходимо "щелкнуть" кнопку "Оптимизация". Программа, выполнив оптимизационный расчет, в результате представляет на листе "Маршрут" маршрутную ведомость движения автомобилей (M1–M8).

В нашем примере в результате оптимизации получено, что для обслуживания трех потребителей необходимо три автомобиля, маршруты движения которых представлены в таблице 6. Следует отметить, что буквой А обозначается автотранспортное предпри-

ятие (место ночной стоянки), буквой Б – товарная база, буквой П (П1, П2, П3) – потребители.

Таблица 6 – Маршрутная ведомость

М1 202 км				М2 166 км				М3 174 км			
	км	время	0:00		км	время	0:00		км	время	0:00
А-Б	6	0:09	0:09	А-Б	6	0:09	0:09	А-Б	6	0:09	0:09
Б-П2	12	0:37	0:46	Б-П1	18	0:46	0:55	Б-П3	7	0:30	0:39
П2-Б	12	0:18	1:04	П1-Б	18	0:27	1:22	П3-Б	7	0:10	0:49
Б-П2	12	0:37	1:42	Б-П1	18	0:46	2:09	Б-П3	7	0:30	1:20
П2-Б	12	0:18	2:00	П1-Б	18	0:27	2:36	П3-Б	7	0:10	1:30
Б-П2	12	0:37	2:38	Б-П1	18	0:46	3:23	Б-П3	7	0:30	2:00
П2-Б	12	0:18	2:56	П1-Б	18	0:27	3:50	П3-Б	7	0:10	2:11
Б-П2	12	0:37	3:34	Б-П2	12	0:37	4:28	Б-П3	7	0:30	2:41
П2-Б	12	0:18	3:52	П2-Б	12	0:18	4:46	П3-Б	7	0:10	2:52
Б-П2	12	0:37	4:30	Б-П1	18	0:46	5:33	Б-П3	7	0:30	3:22
П2-Б	12	0:18	4:48	П1-А	10	0:15	5:48	П3-Б	7	0:10	3:33
Б-П2	12	0:37	5:25					Б-П3	7	0:30	4:03
П2-Б	12	0:18	5:43					П3-Б	7	0:10	4:13
Б-П2	12	0:37	6:21					Б-П3	7	0:30	4:44
П2-Б	12	0:18	6:39					П3-Б	7	0:10	4:54
Б-П1	18	0:46	7:26					Б-П3	7	0:30	5:24
П1-А	10	0:15	7:41					П3-Б	7	0:10	5:35
								Б-П3	7	0:30	6:05
								П3-Б	7	0:10	6:16
								Б-П3	7	0:30	6:46
								П3-Б	7	0:10	6:57
								Б-П1	18	0:46	7:43
								П1-А	10	0:15	7:58

Анализ маршрутной ведомости показывает, что соответствующий маршрут представляет собой последовательное выполнение отдельным автомобилем отрезков пути (А-Б, Б-П2 и т.д.). При этом для каждого отрезка указываются:

- протяженность,
- продолжительность времени для его прохождения,
- время окончания его прохождения с начала смены.

Важно подчеркнуть, что продолжительность времени для прохождения грузовой ездки (например, Б-П2) включает не только время на преодоления пути (12 км), но и суммарный простой автомобиля под погрузкой-разгрузкой.

Наряду с эти для каждого маршрута указывается его протяженность и продолжительность выполнения. Так, для маршрута М1 протяженность составляет 202 км, а продолжительность выполнения – 7 часов 41 минута.

Сравнение маршрутной ведомости (таблица 4) и маршрутной ведомости (таблица 6) показывает, что они отличаются. При этом не отличается лишь та область маршрутов, которая несет в себе суть оптимизации маятниковых маршрутов с обратным холостым пробегом. Она заключается в том, что на потребителе (П1), который имеет минимальную разность второго нулевого пробега и грузовой ездки, заканчивают свою дневную работу все три автомобиля. Неизменный также совокупный путь автомобилей на трех маршрутах после оптимизации – 542 км (ячейка **L14** листа "План").

Данный факт указывает на то обстоятельство, что маршрутная ведомость может изменяться, в соответствии с дополнительными договорными обязательствами (например, доставка определенной части груза строго "до обеда"). Однако, при этом неизменной должна оставаться точка (потребитель) последней разгрузки автомобилей в конце рабочего дня согласно таблице 6.

Таким образом, внедрение предлагаемой компьютерной программы непосредственно в практику хозяйственной деятельности позволит при одних и тех же объемах грузоперевозок с одной стороны повысить доходность обслуживающих автотранспортных предприятий или сократить издержки, связанные с внутрипроизводственными транспортными расходами, в других организациях, а с другой – снизить потребление энергоресурсов, что весьма актуально в настоящее время, когда имеет место процесс постоянного роста цен на энергоносители.

4 ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Составьте сводную маршрутную ведомость обслуживания потребителей (B_1 , B_2 и B_3) в соответствии со следующей исходной информацией:

- схема размещения автотранспортного предприятия (АТП), товарной базы (А) и потребителей (B_1 , B_2 и B_3) представлена рисунке 3;
- потребности пунктов назначения (B_1 , B_2 и B_3) приведены в таблице 7;
- обслуживание будет осуществляться автотранспортными средствами грузоподъемностью 10 тонн;
- средняя техническая скорость используемых транспортных средств составит 40 км/ч, а суммарный простой под погрузкой-разгрузкой – 20 минут.

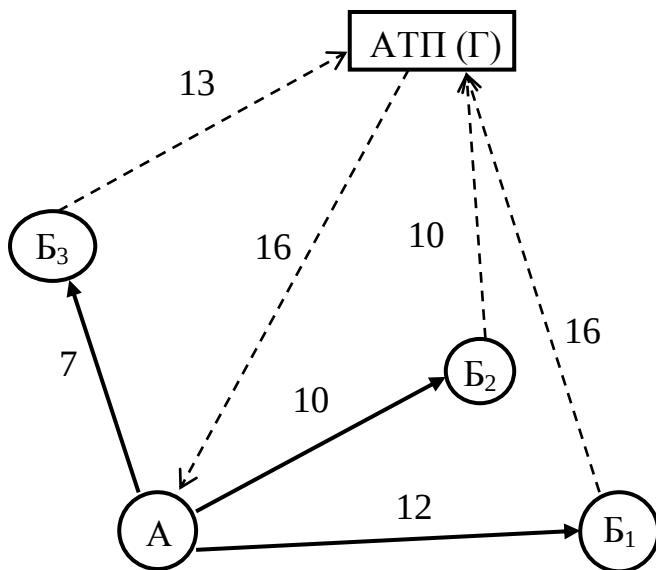


Рисунок 3. – Схема размещения автотранспортного предприятия (АТП), товарной базы и потребителей

Таблица 7 – Исходные данные

№ варианта	Потребности потребителей, тонн		
	Б ₁	Б ₂	Б ₃
1	20	50	70
2	30	40	60
3	40	70	50
4	30	50	60
5	20	70	70
6	40	50	50
7	20	80	60
8	50	50	50
9	40	80	90
10	50	40	20
11	60	80	120
12	20	50	90
13	30	60	80
14	20	50	40
15	40	80	150
16	30	80	150
17	20	60	120
18	30	70	90
19	40	80	100
20	20	90	120
21	30	100	150
22	20	80	130
23	30	80	100
24	40	120	150
25	30	80	100
26	40	90	120
27	50	100	150
28	30	90	130
29	20	80	100
30	50	140	150

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие маршруты называются маятниковыми?
2. Какие бывают виды маятниковых маршрутов?
3. Какой пробег называется первым нулевым?
4. Какой пробег называется вторым нулевым?
5. Что представляет собой время работы на маршруте?
6. Что включает в себя время работы в наряде?
7. На каких пунктах назначения маятниковых маршрутов должно заканчивать свою дневную работу, возвращаясь на автотранспортное предприятие, максимально возможное число автомобилей?
8. Чему равняется данное максимальное число автомобилей?
9. На основании какого принципа определяется общее число автомобилей, работающих на всех маршрутах при обслуживании потребителей?
10. Что позволяет достигнуть оптимизация маятниковых маршрутов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов, П.А. Основы логистики [Текст]: учеб. пособие / П.А. Дроздов. – Минск: Изд-во Гревцова, 2008. – 208 с.

Учебное издание

Составители:
Дроздов Петр Анатольевич
Дечко Михаил Михайлович

ОПТИМИЗАЦИЯ МАЯТНИКОВЫХ МАРШРУТОВ С ОБРАТНЫМ ХОЛОСТЫМ ПРОБЕГОМ

Методические указания

Ответственный за выпуск *П.А. Дроздов*
Компьютерная верстка *П.А. Дроздов*

Подписано в печать 27.01.2010. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,09. Тираж 30 экз. Заказ 285.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования