

физик не может обойтись без математики; она дает ему единственный язык, на котором он в состоянии изъясняться".

С помощью различных формул, функций, уравнений и логического аппарата можно просто выразить сложные процессы, которые происходят в окружающем нас мире; благодаря этому можно точно определить количественные закономерности, присущие изучаемым явлениям. Математический язык исключает всякую не определенность. Он заключается в лаконичности и емкости. Его понятия и термины можно употребить для обозначения разнообразных явлений природы. Все преимущества свидетельствуют о том, что существуют очень прочные связи между математическим языком и языком качественных описаний. Если мы располагаем большей информацией о качественных свойствах явлений, тем эффективней становится применение математических методов исследования. И совсем наоборот, чем совершеннее будут количественные методы, тем лучше будут исследоваться их качественные особенности.

В математическом языке существуют некоторые недостатки. Естественно, с помощью него мы можем описать все процессы и явления на земле, но все таки математика «убивает индивидуальность», как сказал российский математик И.Шафаревич, не уделяется такого внимания богатству качественных проявлений мира. В математическом подходе описывается всего лишь какой-нибудь определенный аспект изучаемого явления, а все остальные признаки опускаются. Этот недостаток объясняется тем, что математика не может функционировать по другому, нужно не забывать о рамках использования этой науки.

В наше время математическая роль в естествознании увеличивается. Часто теоретические данные об объекте, на самом деле являются неполноценными, пока не будет доказательства, которое будет основано на математических методах, которые обосновывают логику данных явлений и объектов.

Наша Вселенная функционирует по математическим законам в большей мере, чем мы себе это представляем. Вот поэтому эта наука сохраняет непреходящую ценность уже на протяжении многих лет.

Литература.

1. <http://www.scienceforum.ru/>

#### **РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК МАРШРУТА № 9 МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*А.Д. Кононыхина, М.С. Толстова, студенты гр. 17Б20*

*научный руководитель: Березовская О.Б., ст. преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*Тел./факс: 8 (384-51) 6-26-83*

Рассмотрены методы моделирования транспортных систем для определения основных показателей с целью обеспечения качества пассажирских перевозок и оптимизации пассажирских перевозок. Предполагаемая математическая модель позволяет получать реализации процессов перевозки и оптимизации пассажирских перевозок. Натуральные испытания, проведенные нами, подтвердили адекватность модели. Дальнейшие исследования позволят расширить объектную базу, уточнить параметры и разработать систему управления транспортными процессами пассажироперевозок в городе Юрга.

Моделирование пассажирских потоков сопряжено со значительными трудностями, вызываемыми спецификой объекта исследования (в частности, стихийность подхода и накопления пассажирских потоков, подверженность влиянию климатических, сезонных, временных и других внешних факторов).

Имитационное моделирование позволяет достаточно быстро и с высокой точностью прогнозировать характеристики реальной транспортной системы в зависимости от задания требуемого количества факторов внешней среды, оказывающих влияние на систему, а также оптимизировать данную транспортную систему путем подбора соответствующих параметров (как наиболее простой пример – увеличение (уменьшение) количества маршрутных транспортных средств на линии).

Объектная схема процессов представляет собой маршрут пассажирского транспорта или систему маршрутов и остановочных комплексов, а ресурсы модели – транспортные системы, базирующиеся на автобусах малой и средней вместимости, и пассажиропотоки, поступающие на остановки для посадки в автобусы.

Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

Общая наполняемость автобуса сидячих 25 человек, а стоящих 40 человек, итого 65 человек:

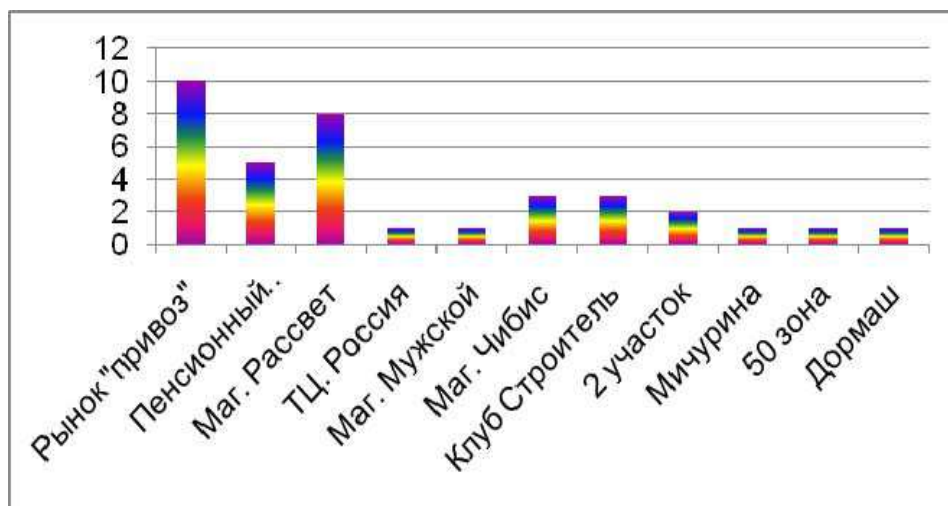


Рис. 1. Средняя наполняемость автобуса за один рабочий день. (от ост. Рынок «Привоз» до ост. Дормаш)

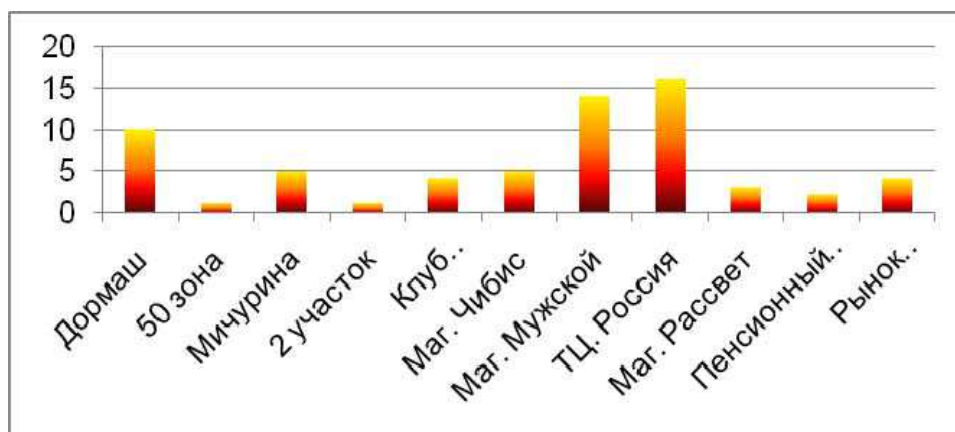


Рис. 2. Средняя наполняемость автобуса за один рабочий день. (от ост. Дормаш до ост. Рынок «Привоз»)

**На основании найденных данных могут быть получены знания интервалов между автобусами (n) и (n – 1):** 6:31(9 человек)

7:21(48 человек)    8:16(110 человек)    9:06(120 человек)  
10:51(113 человек)    11:41(73 человек)    12:31(70 человек)    13:29(79 человек)  
14:19(70 человек)    15:09(69 человек)    15:59(65 человек)    16:49(110 человек)  
17:39(120 человек)    19:19(107 человек)    20:09(43 человек)    20:59(12 человек)

Из этих данных можно скорректировать расписание автотранспортного средства и рассчитаем его прибыль после оптимизации пассажирских перевозок, что позволит нам рассмотреть, насколько новый план будет оптимален.

Следует, что примерные интервалы между автобусами составляет 50 минут.

Далее рассчитаем доход АТП за весь день:

При некоторых расчетах мы получили сумму, получаемую АТП за один рабочий день.

Итого: 16926 рублей.

Далее рассчитаем доход предприятия за месяц.

Итого мы получили:  $16926 \cdot 31 = 524706$  рублей.

Из них мы вычтем заработную плату сотрудников, которая зависит от количества пассажиров, а именно:

Автобус 1:

водитель 1-25000 рублей

водитель 2-25000 рублей

кондуктор 1-17000 рублей

кондуктор 2-17000 рублей

Автобус 2:

водитель 1-25000 рублей

водитель 2-25000 рублей

кондуктор 1-17000 рублей

кондуктор 2-17000 рублей

Итого остается сумма: 356706 рублей

Но из них мы должны вычесть еще и транспортные расходы, а именно топливо и ремонтное обслуживание, также нужно учесть, что транспортное средство не долговечно и его тоже нужно будет когда-либо менять.

Ремонтное обслуживание стоит в месяц около 30000 рублей, тогда суммарная стоимость остается 326706 рублей.

Затраты на топливо в день будет составлять: 4250 рублей, в месяц: 131750 рублей.

Итого в результате мы получаем доход предприятия: 194956 рублей.

**На основании найденных данных мы получили план пассажирских перевозок, наиболее оптимальный, чем был ранее:**

7:41 (103 человек)	8:14 (115 человек)	9:41 (109 человек)
10:41 (80 человек)	11:41 (73 человек)	12:31 (70 человек)
13:29 (79 человек)	14:19 (70 человек)	15:09 (69 человек)
15:59 (65 человек)	16:59 (100 человек)	17:59 (115 человек)
18:59 (113 человек)	19:59 (90 человек)	

Далее рассчитаем доход АТП за весь день: (1256 человек)

Далее получим сумму получаемую АТП за один рабочий день.

Итого: 17584 рублей

Далее рассчитаем доход предприятия за месяц.

Итого мы получили:  $17584 \cdot 31 = 545104$  рублей

Из них мы вычтем заработную плату сотрудников, она меньше прежнего плана, так как сотрудники могут работать на пол ставки, а именно:

Автобус 1:

водитель 1-23000 рублей

водитель 2-23000 рублей

кондуктор 1-15000 рублей

кондуктор 2-15000 рублей

Автобус 2:

водитель 1-23000 рублей

водитель 2-23000 рублей

кондуктор 1-15000 рублей

кондуктор 2-15000 рублей

Итого остается сумма: 393104 рублей

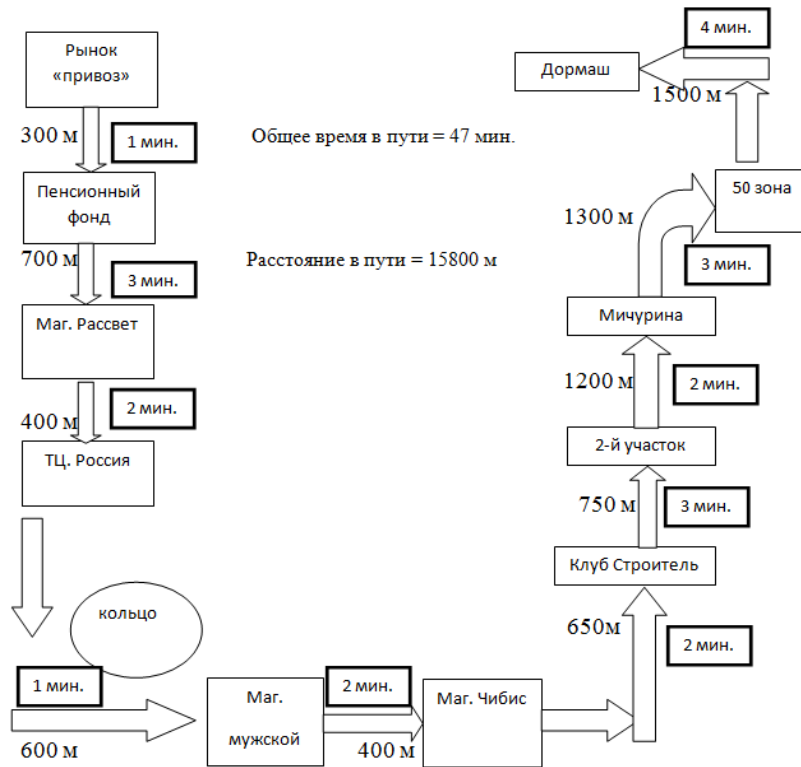
Но из них мы должны вычесть еще и транспортные расходы, а именно топливо и ремонтное обслуживание.

Пусть ремонтное обслуживание стоит в месяц около 30000 рублей, тогда суммарная стоимость остается 363104 рублей.

Затраты на топливо в день будет составлять: 3740 рублей, в месяц: 115940 рублей.

Итого в результате мы получаем доход предприятия: 247164 рублей.

Структура имитационной модели автобусного маршрута № 9:



Нла  $g$  – наполняемость автобуса, пришедшего на остановку  $\alpha$  ( $\gamma > \alpha$ ), пассажирами, едущими до остановки  $\gamma$  (общая наполняемость автобуса сидячих 25 человек, а стоящих 40 человек, итого 65 человек):

- Рынок «привоз»- 9 (0,36)
- Пенсионный фонд-4 (0,16)
- Маг.Рассвет-7 (0,28)
- ТЦ. Россия-0 (0)
- Мужской магазин-0 (0)
- Маг.Чибис-2 (0,08)
- Клуб Строитель-2 (0,08)
- Второй участок-1 (0,04)
- Мичурина-0 (0)
- 50 зона-0 (0)
- Дормаш-0 (0)

Итого наполняемость автобуса: 38,5%

Нла  $g$  – наполняемость автобуса, пришедшего на остановку  $\alpha$  ( $\gamma > \alpha$ ), пассажирами, едущими до остановки  $\gamma$  (общая наполняемость автобуса оптимизированного плана):

- Рынок «привоз»- 9 (0,36)
- Пенсионный фонд-0 (0)
- Маг.Рассвет-4 (0,16)
- ТЦ. Россия-0 (0)
- Мужской магазин-3 (0,12)
- Маг.Чибис-4 (0,16)
- Клуб Строитель-13 (0,52)
- Второй участок-15 (0,6)
- Мичурина-2 (0,08)
- 50 зона-1 (0,04)
- Дормаш-3 (0,12)

Итого наполняемость автобуса: 83%

Доступность всем категориям населения (с ограниченными физическими и материальными возможностями, пассажирам с детьми и тд.) обеспечивается за счет установления льгот проезда на всех видах городского общественного транспорта, пешеходной доступности остановочных пунктов, и др. Новые показатели доступности и безопасности определяются нами так:

$$S_{Sil} = \frac{D_{il}}{D_{l\max}} = \frac{\sum_{j=1}^l m_j U_j^{il}}{D_{l\max}}; \quad S_{Sil} = \frac{B_{il}}{B_{lном}} = \frac{\sum_{j=1}^l m_j F_j^{il}}{B_{lном}},$$

где  $U_j^{il}$  и  $D_{l\max}$  –  $j$ -й параметр и максимальный уровень доступности;  $m_j$  – коэффициент, учитывающий долю  $j$ -го параметра;  $F_j^{il}$  и  $B_{lном}$  –  $j$ -й параметр и номинальный уровень безопасности поездки.

При расчете доступности получаем:

$$S = 50 / (50 / 60) = 60,2\%$$

Рассчитаем безопасность пассажироперевозок:

$$S = 1 / 95\% = 0.01\%$$

$$100\% - 0.01\% = 99.9\%$$

Определим оптимальный уровень в модели городского общественного транспорта минимизацией убытка по следующей зависимости:

$$Y = C - P = (c + c_1 / (1 - S)) - (p_1 + aS^b), \quad D: a > 0, 0 < b < 1, c_1 > 0, 0 < S < 1,$$

где  $c$  и  $c_1$  – условно-постоянные и переменные затраты городского общественного транспорта, не зависящие от уровня сервиса;

$p_1$  – доход без учета требований городского общественного транспорта к уровню сервиса,

$a$  и  $b$  – параметры влияния уровня сервиса на пассажиропоток.

При расчете оптимального уровня получили:

$$Y = (399164 - 115940) / (100\% - 60,2\%) - (-145990 + 83\% + 38,5\%) = 330373,3 \text{ рубля}$$

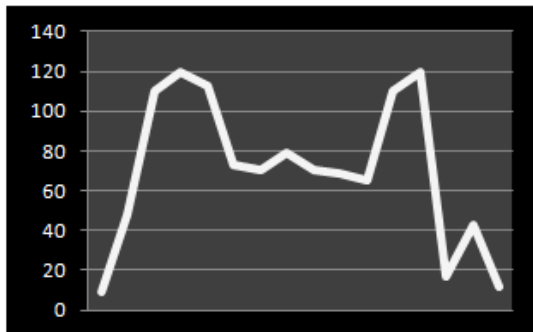


Рис. 3. Динамика пассажиропотока до оптимизации плана

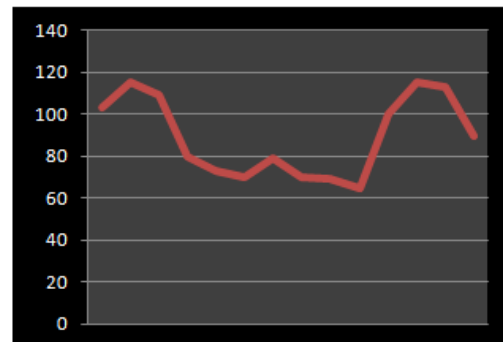


Рис. 4. Динамика пассажиропотока оптимизированного плана

В результате можно сказать, что наш оптимальный план пассажирских перевозок оправдывает себя. Т.к. в результате нашей работы по оптимизации модели, мы сэкономили 52208 рублей. Натуральные испытания, проведенные нами, подтвердили адекватность модели. Исследования, проводимые нами, позволили расширить объектную базу, узнать параметры и разработать оптимальную систему управления транспортными процессами пассажироперевозок в городе Юрга маршрута № 9.

Литература.

1. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. Карпов Ю. - СПб.: БХВ- Петербург, 2005. - 400 с: ил.
2. Имитационное моделирование экономических процессов. Автор: А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. 2002.
3. Имитационное моделирование. Кельтон Д., Аверилл М. Питер, 3-е издание. 2004.
4. Имитационное моделирование процессов PDF. Раздел: Моделирование → Имитационное моделирование. Филатов А.Г., СМО.