

лить входные параметры, при которых поставленное требование будет выполняться. Сравнение начальных параметров с параметрами после оптимизации можно увидеть на рисунке 82.

2.6. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ РЕСТОРАНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСТРОЕННЫХ ФУНКЦИЙ POWERSIM STUDIO 7.0

Принято решение повысить качество обслуживания клиентов ресторана путем ввода в основные процессы предприятия электронного меню, как информационного приложения. При этом обоснование управленческого решения выполнить с использованием прогнозной системно-динамической модели оценки изменения эффективности обслуживания после ввода в действие электронного меню.

Цель: создание аналитической системы поддержки принятия решений в управлении процессами обслуживания клиентов ресторана применительно к задаче прогнозирования изменения интенсивности обслуживания клиентов, основанной на расширении системно-динамического подхода к обоснованию внедрения в деятельность предприятия информационных приложений.

Задачи:

1. Выполнить описание процессов объекта моделирования – системы управления процессами обслуживания клиентов ресторана в условиях перехода на электронное меню.
2. Разработать системно-динамическую модель для прогнозирования изменения интенсивности обслуживания клиентов ресторана в концепции «As-Is» и «To-Be».
3. Интерпретировать прогнозные значения полученных изменений интенсивности обслуживания клиентов ресторана с использованием электронного меню на основе результатов имитационного моделирования, как обоснования эффективности внедрения информационного приложения.

Описание основных этапов

Этап 1: «Аналитическая система управления процессами обслуживания клиентов ресторана с использованием электронного меню».

Выдвигается гипотеза о том, что информационное приложение – электронное меню в ресторане, может значительно повысить эффективность обслуживания за счёт увеличения объема обслуженных клиентов, которые, как правило, неравномерно распределены в период работы ресторана ввиду отсутствия обратной связи и информации о наличии очереди, свободных каналов обслуживания и т.д. Основные параметры управления – прогноз поступления заявок на обслуживание до и после ввода в действие электронного меню, изменение скорости выполнения заказов, прогноз количества отказов в системе обслуживания и т.д., позволяют на экспериментальном уровне отследить динамику изменения эффективности процессов обслуживания в ресторане после ввода в действие электронного меню как информационного приложения.

Этап 2: Концептуальные основы моделирования и принятые допущения для описания объекта моделирования.

Моделирование очереди со многими клиентами и серверами (система массового обслуживания) рассматривается на примере очереди с несколькими клиентами, посылающими запрос на обслуживание серверам. Функцию QUEUE (Очередь) в Powersim обеспечивает механизм моделирования процесса «первым вошел, первым вышел» (ФИФО). Например, будем моделировать поток людей (клиентов), приходящих в ресторан для того, чтобы воспользоваться услугами одной единицы обслуживания (столик) при условии неопределенности о наличии мест из числа нескольких единиц обслуживания (серверов). Клиент, приходящий в ресторан вынужден будет стоять в очереди, если все столики заняты. Как только какой-либо официант (сервер) освободится, будет обслужен первый по очереди клиент.

Прежде всего, определим число клиентов и число серверов как два именованных диапазона: *rКлиенты* и *rКассиры*. Для этого используем команду Define

Range (Определение диапазона) в меню Edit (Правка). Определим один поток клиентов и два потока кассиров (серверов). Тогда получим:

- $range\ r_{Клиенты} = 1..1;$
- $range\ r_{Кассиры} = 1..2.$

2.6.1. Концептуальное моделирование и построение моделируемой системы

В средствах имитационного моделирования, поддерживающих системную динамику, внутренние алгоритмы поддерживаются на системном уровне есть встроенные объекты, которые позволяют работать с дискретными потоками, при этом управляя поведением очереди, а также проектировать системы массового обслуживания и более точно прогнозировать состояние системы.

Имитационная модель обслуживания клиентов после внедрения электронного меню, как экспериментальная модель, будет реализована в PowerSim Studio 7.0 с помощью стандартных элементов и при условии трансформации базовых элементов модели для задач моделирования системы информационных связей «ресторан-клиенты» или системы взаимодействия.

Применительно к данной задаче, представим моделируемую систему информационного взаимодействия «ресторан-клиенты» при условии организации обслуживания с использованием электронного меню, как показано на рисунке 83.

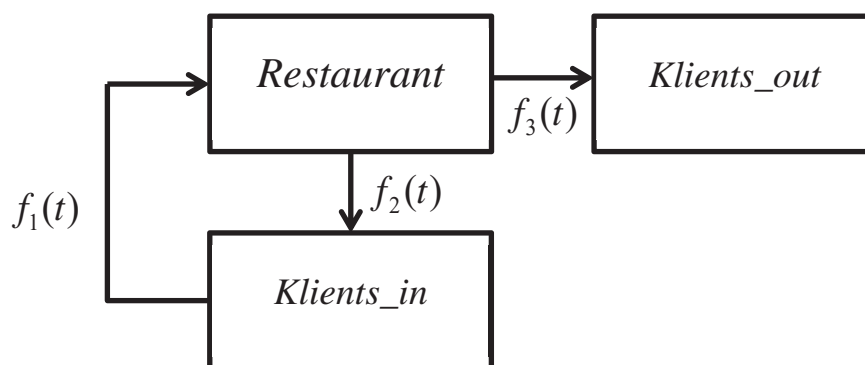


Рис. 83. Моделируемая система обслуживания клиентов ресторана с применением электронного меню

Тогда основное уравнение эффективности ввода электронного меню, которое содержит накопитель заявок (сервер) на обслуживание клиентов ресторана будет иметь вид (24):

$$Klients_in(t) = \int_{t_0}^t ((f_2(\tau) - f_1(\tau) - f_3(\tau))d\tau + Klient_in(t_0) \quad (24)$$

где, $Klient_{in(t)}$ – узлы, накопители эффекта от внедрения электронного меню, которые являются результатом информационного взаимодействия для имеющихся каналов в момент времени t , $t = t_0, \dots, t_n$;

t_0 – начальный момент моделирования;

t_n – конечный момент моделирования;

$f_i(t)$ – дуги (связи) формирующие переменные для темпа регистрации новых заявок в ресторан в момент времени τ и определяющие скорость обслуживания клиентов в момент времени τ с учетом возможности обслуживания, размера очереди, торговой площади и т.д.

Однако для проведения серии имитационных экспериментов необходимо выделить основные бизнес-процессы ресторана и процессы обслуживания с целью формирования базовых и управляемых переменных имитационной модели прогнозирования динамики обслуживания клиентов ресторана при использовании электронного меню.

2.6.2. Экспериментальное моделирование процессов взаимодействия в системе «ресторан-клиенты»

Введем основные допущения и заданные (входные) параметры моделирования процессов взаимодействия клиентов и персонала ресторана: средняя интенсивность потока клиентов в ресторан зависит от времени суток (таблица 13).

Основные допущения и входные значения интервалов обслуживания, как внешние параметры моделирования процессов взаимодействия

Время	Средняя интенсивность потока клиентов (чел/мин)
12:00 – 14:00	0,2
14:00 – 17:00	0,3
17:00 – 19:00	0,4
19:00 – 22:00	0,5
22:00 – 00:00	0,4

Шаг в модели равен 1 минуте. Период моделирования – 12 часов (то есть один рабочий день, 12:00 – 00:00).

Аналитическая система поддержки принятия решения о применении электронного меню, как информационного приложения для клиентов ресторана, позволяет получить прогноз для основных показателей процесса обслуживания и определить, как отразится внедрение электронного меню на эффективности обслуживания клиентов.

Для начала необходимо провести серию экспериментов с системно-динамической моделью, в которой использованы входные данные и величины основных параметров для процессов обслуживания с использованием традиционного бумажного меню.

Классифицируем все величины, используемые в моделировании, следующим образом:

- *уровни* – содержат накапливаемые значения;
- *темпы потоков* – увеличивают/уменьшают значения уровней;
- *переменные* – изменяемые состояния внешней и внутренней среды;
- *константы*.

Классификация и описание переменных представлены в таблице 14.

Величины, используемые в модели

Обозначение	Описание	Единицы измерения
Уровни		
RESTAURANT	Текущее количество клиентов	чел.
Sum_in	Количество клиентов, пришедших в ресторан на протяжении моделируемого рабочего дня	чел.
Sum_klients_in	Количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент. Величина, накапливаемая на протяжении дня	чел.
Sum_klients_out	Количество клиентов, обслуженных в ресторане с начала рабочего дня	чел.
Sum_otkaz	Количество клиентов, ушедших из ресторана по причине наличия очереди максимально допустимой длины	чел.
Темпы потоков		
klients_in	Количество клиентов, пришедших в ресторан в текущую минуту и ставших на обслуживание	чел./мин.
klients_out	Количество клиентов, обслуживание которых завершилось в текущую минуту	чел./мин.
in	Количество клиентов, пришедших в ресторан в текущую минуту	чел./мин.
otkaz	Количество клиентов, пришедших в текущую минуту, но покинувших ресторан по причине отсутствия свободных столиков	чел./мин.
Переменные		
intenc_in	Интенсивность входящего потока клиентов	чел./мин.
R	Вспомогательные переменные, используемые для моделирования потока клиентов как случайного процесса	
Константы		
intenc_out	Интенсивность исходящего потока клиентов, т.е. обслуженных клиентов,	чел./мин.

Текущее количество клиентов в ресторане является уровнем. Начальное значение данного уровня = 0, поскольку в момент открытия, в начале рабочего дня, в ресторане нет клиентов. Текущее количество клиентов на интервале обслуживания равному один шаг Δt может быть описано конечно-разностным уравнением (25):

$$\text{Restaurant}(t) = \text{Restaurant}(t - \Delta t) + (\text{klients_in}(t) - \text{klients_out}(t)) \Delta t, \quad (25)$$

где $\text{Restaurant}(t)$ – текущее количество клиентов в ресторане на временном шаге t ;

$\text{Restaurant}(t - \Delta t)$ – текущее количество клиентов в ресторане на временном шаге $t - \Delta t$;

$klients_in(t)$ – количество клиентов на временном шаге t , пришедших в ресторан и ставших на обслуживание;

$klients_out(t)$ – количество клиентов, обслуживание которых завершилось на временном шаге t .

Но принимая значение отрезка $\Delta t = 1$, уравнение (25) примет вид (26):

$$Restaurant(t) = Restaurant(t - 1) + klients_in(t) - klients_out(t), \quad (26)$$

Количество клиентов, пришедших в ресторан на протяжении моделируемого рабочего дня, является накапливаемой величиной, которую представляем в виде уровня (27):

$$Sum_in(t) = Sum_in(t - 1) + in(t), \quad (27)$$

где $Sum_in(t)$ – количество клиентов, пришедших в ресторан на протяжении рабочего дня до временного шага t ;

$in(t)$ – количество клиентов, пришедших в ресторан на временном шаге t .

Количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент, также является накапливаемой величиной (28):

$$Sum_klients_in(t) = Sum_klients_in(t - 1) + klients_in(t), \quad (28)$$

где $Sum_klients_in(t)$ – количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент, на протяжении рабочего дня до временного шага t .

Количество клиентов, обслуженных в ресторане (29):

$$Sum_klients_out(t) = Sum_klients_out(t - 1) + klients_out(t), \quad (29)$$

где $Sum_klients_out(t)$ – количество клиентов, обслуженных в ресторане с начала рабочего дня до временного шага t ;

$klients_out(t)$ – количество клиентов, обслуживание которых завершилось на временном шаге t .

Количество клиентов, ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков (30):

$$\text{Sum_otkaz}(t) = \text{Sum_otkaz}(t-1) + \text{otkaz}(t), \quad (30)$$

где $\text{Sum_otkaz}(t)$ – количество клиентов, ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков, с начала рабочего дня до временного шага t ;

$\text{otkaz}(t)$ – количество клиентов, пришедших на временном шаге t , но покинувших ресторан по причине отсутствия свободных столиков.

Количество клиентов, пришедших в ресторан на временном шаге t (31):

$$\text{in}(t) = \text{IF} (R_1 < \text{intenc_in}(t), 1, 0), \quad (31)$$

где R – вспомогательная переменная, которая является случайной величиной, равномерно распределенной на интервале $(0, 1)$;

$\text{intenc_in}(t)$ – интенсивность входящего потока клиентов, зависящая от времени суток (32):

$$\begin{aligned} \text{intenc_in}(t) = & (t < 121) * 0,2 + ((t > 120) \text{ and } (t < 301)) * 0,3 + ((t > 300) \text{ and} \\ & \text{and } (t < 421)) * 0,4 + ((t > 420) \text{ and } (t < 601)) * 0,5 + (t > 600) * 0,4 \end{aligned} \quad (32)$$

Количество клиентов на временном шаге t , пришедших в ресторан и ставших на обслуживание или в очередь на обслуживание (33):

$$\text{klients_in}(t) = \text{IF} (\text{Restaurant} < 15, \text{in}, 0) \quad (33)$$

Количество клиентов, обслуживание которых завершилось на временном шаге t (34):

$$\text{klients_out}(t) = \text{IF} (\text{Restaurant} > 0, \text{IF} (R < \text{intenc_out}, 1, 0), 0) \quad (34)$$

intenc_out – интенсивность исходящего потока клиентов.

Количество клиентов, пришедших на временном шаге t , но покинувших ресторан по причине отсутствия свободных мест (35):

$$\text{otkaz}(t) = \text{in}(t) - \text{klients_in}(t) \quad (35)$$

Разработанная модель в виде диаграммы процессов на экспериментальном уровне реализована в программе Powersim. Вид модели представлен на рисунке 84.

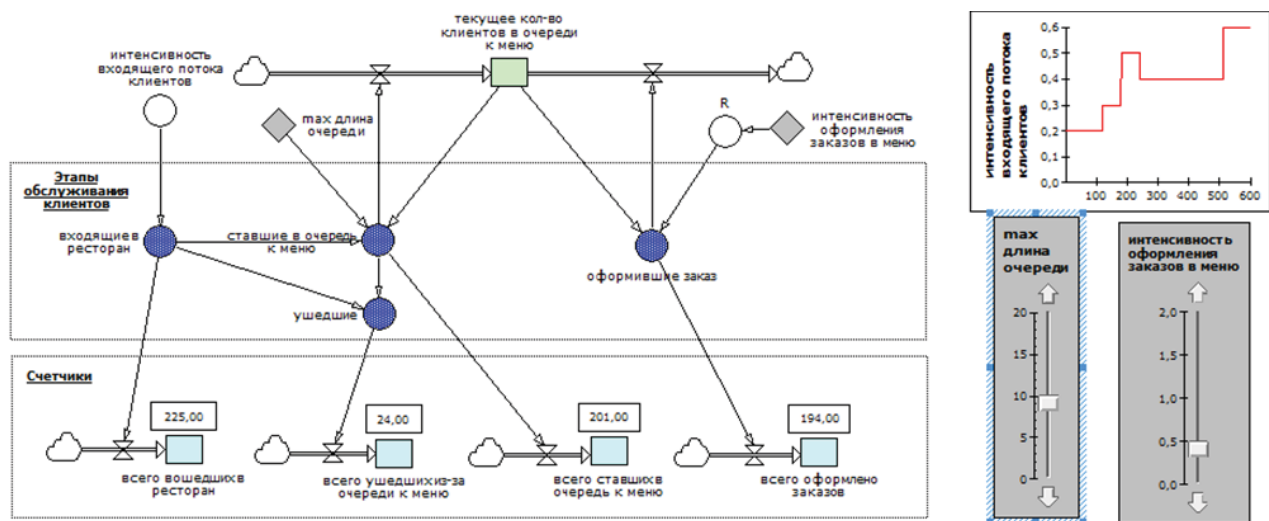


Рис. 84. Архитектура взаимодействия процессов обслуживания гостей в ресторане

На рисунке 85 приведена динамика величин:

- количество клиентов, пришедших в ресторан с начала моделируемого рабочего дня (Sum_in);
- количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент (Sum_klients_in);
- количество клиентов, обслуженных в ресторан (Sum_klients_out);
- количество клиентов, ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков (Sum_otkaz).

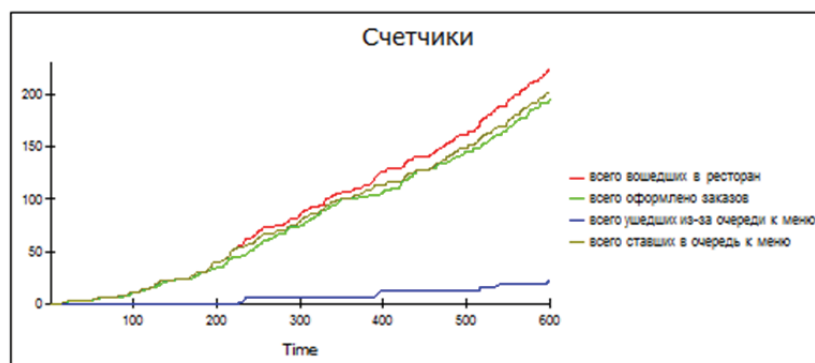


Рис. 85. Динамика обслуживания гостей в ресторане с использованием бумажного меню

Из графика видно, что интенсивный рост необслуженных клиентов происходит в периоды наибольшей интенсивности входящего потока клиентов, в эти же периоды наблюдается частое достижение максимальной наполненности ресторана (рисунок 86).

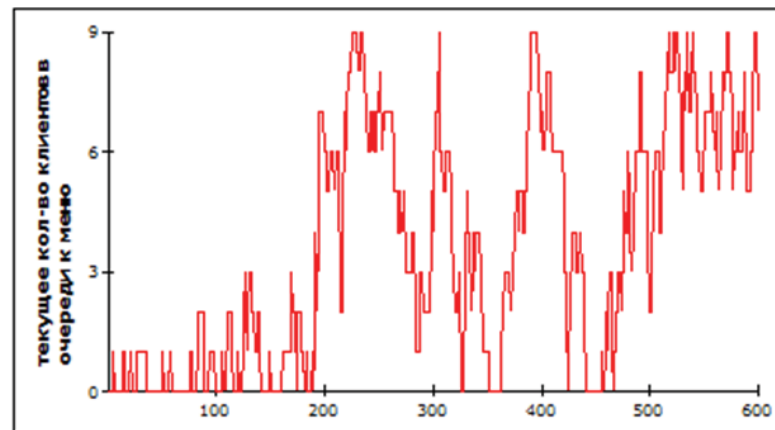


Рис. 86. Количество клиентов в ресторане на протяжении рабочего дня с использованием бумажного меню

По результатам моделирования, итоги одного дня работы ресторана с использованием традиционного бумажного меню следующие (таблица 15):

Таблица 15

Итоги одного дня работы ресторана с использованием бумажного меню

Показатель	Значение
Количество клиентов, пришедших в ресторан (Sum_in)	309 человека
Количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент (Sum_klients_in)	286 человек
Количество клиентов, обслуженных в ресторане (Sum_klients_out)	259 человека
Количество клиентов, ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков (Sum_otkaz)	23 человека

На конец рабочего дня (при $t = 720$) в ресторане присутствовало 27 человек. В 00:00 прекращается поток новых клиентов, а обслуживание клиентов, находящихся в ресторане, продолжается до последнего клиента, поэтому оставшиеся 27 человек будут обслужены. Следовательно, Sum_klients_out = 286.

2.6.3 Оценка эффективности принятия управленческих решений по результатам серии имитационных экспериментов

Чтобы оценить эффективность внедрения электронного меню, необходимо построить системно-динамическую модель с данной системой. Архитектура обслуживания гостей в программном продукте PowerSim Studio 7.0 останется та же (рисунок 84), но согласно выдвинутой гипотезе возможно измениться интенсивность выходящего потока.

На рисунках 87 и 88 представлены динамика обслуживания гостей в ресторане на протяжении рабочего дня после внедрения электронного меню.

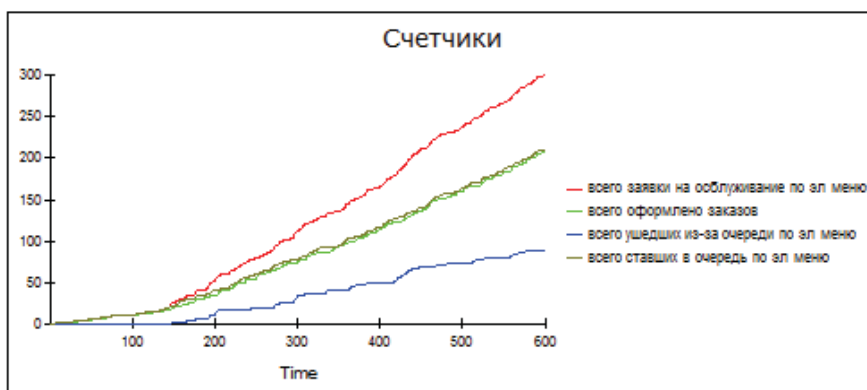


Рис. 87. Динамика обслуживание гостей в ресторане с использованием электронного меню

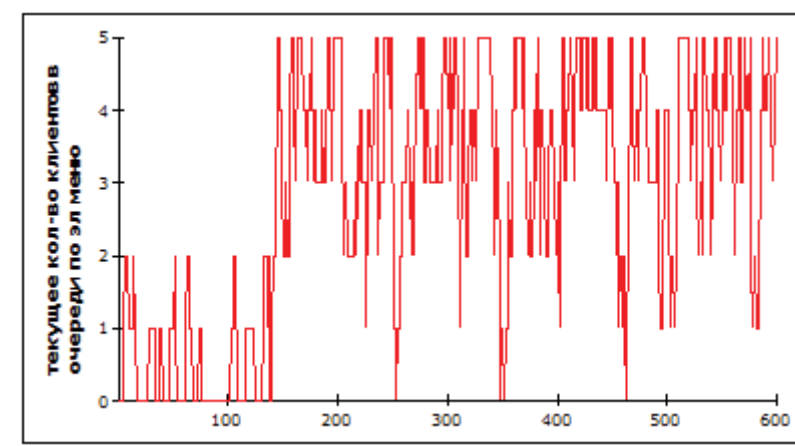


Рис. 88. Количество клиентов в ресторане на протяжении рабочего дня с использованием бумажного меню

По результатам моделирования, итоги одного дня работы ресторана с использованием традиционного электронного меню следующие (таблица 16):

Итоги одного дня работы ресторана с использованием бумажного меню

Показатель	Значение
Количество клиентов, пришедших в ресторан (Sum_in)	325 человека
Количество клиентов, пришедших в ресторан, обслуженных в тот же момент (Sum_klients_in)	305 человек
Количество клиентов, обслуженных в ресторане (Sum_klients_out)	275 человека
Количество клиентов, ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков (Sum_otkaz)	20 человека

Исходя из выше предложенных результатов видно, что суммарный поток обслуженных клиентов ресторана увеличился, а количество ушедших из ресторана по причине отсутствия свободных столиков уменьшилось. Это говорит о том, что внедрение электронного меню способствует уменьшению времени на обработку заказов и повышению конверсии клиентов в ресторане, что, соответственно, приведет к увеличению дохода.

2.7. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРОЕКТА ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Принято решение на основе ключевых показателей стратегической карты ИТ-компании в перспективе «обучение и развитие» выполнить разработку и построение имитационной модели управления взаимодействием персонала проектов информатизации.

Цель: создание аналитической системы поддержки принятия кадровых решений в управлении проектами информатизации на основе более совершенной модели анализа данных, основанной на расширении системно-динамического подхода к изучению процессов взаимодействия персонала проектов информатизации.

Задачи:

1. Выполнить описание объекта моделирования – системы управления персоналом проектов информатизации.