

## Варианты заданий по имитационному моделированию

### Вариант 1

#### Моделирование движения на перекрестке дорог

На перекрестке двух автомобильных дорог расположены регулирующие движение *светофоры*. Каждая из дорог содержит несколько *полос* (рядов), автомобили двигаются в обоих направлениях. Светофоры обеспечивают проезд автомобилей по обеим дорогам, включая левый и правый повороты автомобилей, а также переход через эти дороги пешеходов.

Программа моделирования и визуализации движения на таком перекрестке служит для исследования характера возникающих на перекрестке автомобильных дорог *заторов* и их рассасывания в зависимости от плотностей потоков автомобилей и *режимов работы светофоров*.

Автомобили должны появляться на концах каждой из дорог случайным образом, проезжать по ним со скоростью, заданной при их появлении, притормаживая и останавливаясь при необходимости на перекрестке, и исчезая после проезда всей дороги на ее противоположном конце. У каждого автомобиля может быть своя *начальная скорость*, она определяется как случайная величина из некоторого диапазона (например, от 30 до 120 км/час). Случайной величиной является также интервал между появлениями автомобилей на каждой дороге – от диапазона изменения этой величины (и закона ее распределения) зависит плотность потока автомобилей. Как случайную величину, определяемую в момент появления автомобиля на дороге, следует моделировать и направление его проезда через перекресток (прямо / налево / направо).

Автомобили должны *перестраиваться* из одного ряда в другой и пересекать перекресток в соответствии с правилами дорожного движения. В частности, в левый ряд перед светофором становятся автомобили, которым необходим поворот налево. Кроме правил смены полосы, в программе должны быть зафиксированы законы торможения и ускорения автомобилей

на перекрестке, которые в общем случае зависят от допустимого сближения между автомобилями, величин их скорости и др. Возможность аварий (например, из-за нарушений правил дорожного движения) в модели можно не учитывать.

Цель проводимого моделирования – изучение различных режимов работы светофоров для поиска режима их оптимальной работы. Следует рассмотреть два типа режимов работы: статический, когда интервалы свечения каждого цвета (желтый, зеленый, красный) зафиксированы заранее, и динамический, при котором интервалы свечения изменяются в соответствии с количеством автомобилей (и пешеходов), ожидающих проезда (прохода) через дорогу.

В изменяемые параметры моделирования движения следует включить: тип режима работы светофора, интервалы свечения каждого цвета (для статического режима), дистанцию видимости светофора, диапазон возможных скоростей автомобилей, интервалы случайного появления автомобилей на каждой из дорог.

Визуальная картина движения на перекрестке дорог должна содержать изображения дорог, светофоров, движущихся машин. Полезно отобразить тем или иным образом (например, разными цветами) возможные направления движения автомобиля через перекресток (прямо/налево/направо). Желательно также предусмотреть вывод некоторых подсчитанных в ходе моделирования величин, к примеру, среднее время остановки автомобилей на перекрестке.

## **Вариант 2**

### ***Система управления воздушным движением***

Рассматривается работа аэропорта с  $N$  взлетно-посадочными полосами ( $2 \leq N \leq 10$ ). Необходимо создать систему-диспетчер, обрабатывающую заявки на взлет и посадку самолетов нескольких авиакомпаний, и провести эксперименты с ней, программно смоделировав поток заявок.

Заявки на взлет и посадку формируются на основе действующего суточного расписания полетов в данном аэропорту (оно включает расписание вылетов и расписание прилетов самолетов) с учетом возможных отклонений от расписания (из-за задержек загрузки топлива и по другим причинам). Отклонение от расписания моделируется как случайная величина, имеющая нормальное распределение в некотором интервале, например, от 0 до 120 минут. Для вылетов возможны только задержки, для посадок – как задержки, так и досрочные прилеты. Фактическое время начала взлета или посадки самолета определяется как время по расписанию, измененное на случайную величину отклонения, а также на время ожидания свободной полосы для взлета/посадки.

Длительность взлета/посадки зависит от типа самолета. Между последовательными взлетами/посадками самолетов на одной полосе обычно предусмотрены небольшие временные промежутки.

Цель моделирования функций диспетчера взлетно-посадочных полос – определение оптимального количества полос для безопасного обслуживания взлетов/посадок. Одним из безопасных режимов считается разделение всех полос на непересекающиеся множества – полосы для взлета и полосы для посадки. Период моделирования – сутки.

В параметры моделирования следует включить: число  $N$  взлетнопосадочных полос, исходное расписание полетов в данном аэропорту, диапазон разброса случайной величины отклонения от расписания, шаг моделирования (интервал времени от 5 до 30 минут), а также время суток, с которого начинается моделирование работы диспетчера (например, 7 часов утра).

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ состояния (занята/свободна) каждой взлетно-посадочной полосы и очереди самолетов на взлет и посадку, а также график уже произведенных взлетов и посадок с указанием времени взлет/посадки и взлетной полосы. Имитационная программа должна выводить статистическую информацию:

общее количество обслуженных заявок, максимальную и среднюю задержку вылета, максимальную и среднюю длину очереди на взлет или посадку, среднюю занятость взлетно-посадочных полос.

Как усложнение модели можно рассмотреть возможность задержки взлетов и посадок из-за погодных условий, аварий и терактов, длительность задержки также моделируется как случайная величина из некоторого диапазона.

### **Вариант 3**

#### ***Имитация работы лифтов в многоэтажном жилом доме***

В многоэтажном жилом доме есть несколько лифтов. Количество лифтов зависит от этажности дома. Лифт едет между этажами дома. На любом из этажей может появиться жилец, желающий ехать в лифте, и вызвать его (через каждые  $A_k \pm B_k$  минут, где  $k$  — номер этажа). В обычный лифт вмещается до 4 человек (до 10 человек в грузовом лифте). Если есть пустое место, новый пассажир входит, если нет, то ждёт нового прихода лифта. Время движения лифта между соседними этажами  $C \pm D$  секунд. Проанализировать работу лифта в течение нескольких часов. Программа должна позволять задавать различные параметры системы: число этажей, число лифтов и т.п. Также должны варьироваться такие параметры как вероятность появления пассажира на первом этаже и пассажиров на всех остальных этажах.

Необходимо сформировать протокол работы программы с возможностью дальнейшей обработки статистики. Обеспечить вывод результатов данных разными способами: текстовый файл, файл XML, таблица БД и т.д. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.

## **Вариант 4**

### ***Моделирование работы морского порта***

Требуется создать компьютерную модель обслуживания потока заявок на разгрузку, поступающих от грузовых судов (сухогрузов и танкеров), прибывающих в морской порт. Грузовые суда прибывают в порт согласно расписанию, но возможны опоздания и досрочные прибытия. Расписание включает день и время прибытия, название судна, вид груза и его вес, а также планируемый срок стоянки в порту для разгрузки.

Для разгрузки судов в порту используются три вида разгрузочных кранов, соответствующих трем видам грузов: сыпучим и жидким грузам, контейнерам. Число разгрузочных кранов каждого вида ограничено, так что поступающие заявки на разгрузку одного вида груза образуют очередь. Длительность разгрузки судна зависит от вида и веса его груза, а также некоторых других факторов, например, погодных условий. Любой дополнительный (сверх запланированного срока) день стояния судна в порту (из-за ожидания разгрузки в очереди или из-за задержки самой разгрузки) влечет за собой выплату штрафа (например, 2 тыс. у.е. за каждый дополнительный день простоя судна).

При моделировании прибытия судов отклонение их от расписания рассматривается как случайная величина с равномерным распределением в некотором интервале (например, от -2 до 9 дней). Еще одной случайной величиной, изменяющейся в фиксированном диапазоне (например, от 0 до 12 дней), является время задержки окончания разгрузки судна по сравнению с обычным (зависящим только от вида груза и его веса).

Цель моделирования работы морского порта – определение для заданного расписания прибытия судов минимально достаточного числа кранов в порту, позволяющего уменьшить штрафные суммы. Период моделирования – месяц, шаг моделирования – 1-3 дня. В параметры моделирования следует включить расписание прибытия судов, количество кранов каждого вида, диапазоны разброса случайных величин (отклонения от

расписания прибытия и отклонения от обычного времени разгрузки), а также шаг моделирования.

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ очередей у разгрузочных кранов, приход судов в порт и их отход после разгрузки. Должен быть показан также список произведенных разгрузок, в котором указывается название разгруженного судна, время его прихода в порт и время ожидания в очереди на разгрузку, время начала разгрузки и ее продолжительность.

По окончании моделирования должна быть выведена итоговая статистика: число разгруженных судов, средняя длина очереди на разгрузку, среднее время ожидания в очереди, максимальная и средняя задержка разгрузки, общая сумма выплаченного штрафа.

## **Вариант 5**

### ***Модель обслуживания на бензозаправочной станции***

Требуется создать компьютерную модель обслуживания потока заявок, поступающих от владельцев автомашин, несколькими ( $3 \leq K \leq 7$ ) разливочными автоматами на бензозаправочной станции. Бензозаправочная станция работает круглосуточно. При моделировании ее работы заявки на обслуживание (т.е. проезд автомашин на заправку) поступают случайным образом: случайной величиной является отрезок времени между появлением двух заявок, оно имеет нормальное или равномерное распределение в некотором интервале (например, от 0 до 20 минут), причем плотность потока заявок зависит от дня недели, времени дня и цены на бензин. Случайными величинами (не зависящими от плотности потока заявок) является объем закупаемого каждым владельцем бензина (от 10 до 50 литров) и его марка. Длительность обслуживания каждой заявки (заполнение бака автомашины) зависит от объема закупаемого бензина (1-3 минуты). Максимально возможная длина очереди около разливочного автомата – N машин ( $5 \leq N \leq 9$ ). Если у автомата скопилась максимальная очередь, то вновь прибывающие

автомашины уезжают без обслуживания – тем самым станция теряет своих потенциальных клиентов. Очереди формируются по определенному закону – так, что разница между максимальной и минимальной очередью у автоматов с одним типом бензина не превышает 2 человека. Цель моделирования работы бензозаправочной станции – определение торговой наценки на бензин, при которой увеличивается прибыль от его продажи, а также вычисление необходимых запасов бензина каждой марки (на день и на неделю). Считается, что торговая наценка может устанавливаться владельцем станции в пределах от 5 до 15% от базовой стоимости литра бензина (отдельно для каждой его марки), и каждый процент наценки уменьшает поток покупателей на 3 %. Прибыль станции зависит от количества проданного бензина и торговой наценки. Период моделирования – неделя, шаг – интервал времени от 10 минут до 1 часа. В параметры моделирования следует включить величины  $K$  и  $N$ , процент торговой наценки на бензин; диапазоны изменения случайных величин – временного промежутка между последовательным поступлением заявок на обслуживание, марки и объема, требуемого в каждой заявке бензина. Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ очередей у каждого автомата, приезд и отъезд автомашин, а также вывод статистической информации о работе станции: количество обслуженных автомашин и средний объем проданного бензина за день и неделю (по отдельности для разных марок), количество автомашин, уехавших без заправки, полученная станцией прибыль.

## **Вариант 6**

### ***Имитация работы автоматизированного участка цеха***

В цехе производится обработка деталей на 3 различных станках с числовым программным управлением (каждый станок настроен на выполнение определённых автоматических операций). Часть деталей обрабатывается только на 1 станке, часть на 2 станках (последовательно),

часть на всех 3 станках. Порядок обработки деталей на 1 или на 2 станках не имеет значения, но на третьем станке деталь должна быть обработана только после того, как будет обработана на первых двух станках. Время поступления заготовки через каждые  $A \pm B$  минут, время обработки на каждом станке  $C_k \pm D_k$  минут, где  $k$  — номер станка. Задать времена поступления заготовок и обработки и на соответствующих станках, а также доли деталей, которые обрабатываются только на первом станке, на 2-х станках и на 3-х станках. Промоделировать работу автоматизированного участка цеха в течение 8 часов. Исследовать процесс образования очередей при перемещении заготовки между станками.

### **Вариант 7**

#### ***Модель проектного отдела***

В проектном отделе разрабатывают новые изделия. Этим занимаются 4 проектировщика, каждый из которых специализируется на своём этапе проектирования. Весь процесс проектирования можно разбить на 4 этапа, за каждый из которых отвечает отдельный проектировщик. Задания на проектирование поступают через каждые  $A \pm B$  дней. Проектирование на каждом этапе занимает  $C_k \pm D_k$  дней, где  $k$  — номер проектировщика (номер этапа). Обычно проектирование протекает от 1-го этапа ко 2-му и т. д. Но может прийти срочный заказ и тогда необходимо выполнить в первую очередь его. 1-й проектировщик откладывает выполнявшийся ранее проект и начинает заниматься новым, а остальные пока продолжают заниматься прежними проектами. Когда материалы срочного проекта доходят до очередного проектировщика, он начинает заниматься им, откладывая предыдущую работу. После окончания срочной работы каждый проектировщик возвращается к своей прежней работе и заканчивает её. Проанализировать работу над 10 проектами, из которых 2 оказываются срочными (выбор — случайным образом). Два последовательных срочных проекта выстраиваются в очередь.



## Вариант 8

### Система конструирования и расчета электрических схем

Рассматривается *замкнутая электрическая цепь*, по которой течет постоянный ток. В цепь включено  $N$  ( $1 \leq N \leq 12$ ) *элементов* нескольких видов: электрическая лампочка, резистор, электронагревательный прибор, источник постоянного тока (э.д.с.), выключатель (замыкающий ключ). В цепь могут входить две-три подцепи, а значит, в ней есть точки разветвления тока.

Основная функция программной системы – расчет для заданной электрической схемы основных ее характеристик, т.е. величины *тока* в каждой ее точке и величины *напряжения* между двумя произвольными точками. Вычисление характеристик цепи производится на основе законов Ома (для замкнутой цепи и для участка цепи).

Цель моделирования – конструирование и исследование пользователем системы нужной электрической схемы, например, схемы *электрического реле*, состоящего из основной цепи и замыкающей (размыкающей, переключающей) подцепи. Пользователь системы должен иметь возможность:

- Задать *контур электрической цепи*, либо выбрав его из нескольких возможных (зафиксированных в системе), либо определив мышью основные ее точки (включая точки разветвления тока);
- Расположить в нужных точках заданного контура необходимые элементы и задать их внутренние характеристики (включая величину внутреннего сопротивления);
- Изменять расположение отдельных элементов заданной цепи и их характеристики, а также замыкать и размыкать входящие в цепь выключатели (замыкающие ключи);
- Узнавать величины тока, напряжения и сопротивления в определенных точках/участках построенной схемы;
- Запоминать построенную схему в файле и считывать ее из файла в рабочее окно.

Необходимо, чтобы указанные действия пользователь мог производить в произвольном, удобном для него порядке, и изменение характеристик и расположения отдельных элементов построенной схемы не должно затрагивать уже установленные характеристики других элементов.

Визуализация электрической схемы должна включать изображение цепи и всех входящих в нее элементов, а также показ текущего состояния выключателей (замыкающих ключей) и горящих лампочек, сигнализирующих о наличии тока на соответствующем участке цепи.

## **Вариант 9**

### **Моделирование работы салона красоты**

Необходимо создать компьютерную модель работы салона красоты, состоящего из 2-3 залов. В каждом зале работает несколько ( $2 \leq K \leq 5$ ) мастеров и предоставляются услуги определенного вида. Известно *недельное расписание* работы парикмахерской: 5 дней по 12 часов и один день (суббота) – 8 часов, без перерывов на обед.

При моделировании работы салона *заявки на обслуживание* (т.е. приход клиентов) поступают случайным образом. Случайной величиной является отрезок времени между последовательным появлением двух заявок, она имеет нормальное или равномерное распределение в некотором интервале (например, от 0 до 10 минут), причем плотность потока заявок зависит от дня недели и времени дня: в начале и конце недели, как и в начале и конце дня клиенты приходят чаще, т.е. плотность потока выше.

Каждая заявка на обслуживание обозначает нужную услугу или даже несколько услуг (в соответствующих залах салона). Разные услуги появляются в заявке с разной вероятностью. Известна средняя длительность обслуживания клиента по каждой услуге (от 20 минут до 3 часов) и ее цена (от 200 до 5000 рублей). *Фактическая длительность обслуживания* клиента может отличаться от средней на некоторую случайную величину, изменяющуюся в заданном диапазоне (от 5 до 30 минут). Недельная зарплата каждого мастера

определяется как 40% от цены предоставленных им услуг, но не менее 7 тыс. рублей.

Поступившие заявки (клиенты) образуют несколько *очереди* – по числу залов салона. Максимальная длина каждой очереди – 5 человек, если очередь достигла такой длины, то вновь прибывающие клиенты уходят, и вероятность прихода следующих уменьшается – тем самым парикмахерская теряет своих потенциальных клиентов.

Цель моделирования парикмахерского салона – исследование его работы в зависимости от потока заявок и числа мастеров в каждом зале, выявление “узких” мест в работе: нехватки мастеров (возможное следствие этого – потеря клиентов), простой мастеров (следствие – падение их зарплаты). Период моделирования – неделя. Следует включить в параметры моделирования: числа  $K$  мастеров в каждом зале салона, шаг моделирования – интервал времени от 15 до 30 минут, а также диапазоны разброса случайных величин – промежутка времени между возникновением заявок и отклонения от средней длительности обслуживания.

Желательно включить в компьютерную модель возможность обслуживания клиентов по *предварительной записи*, которая фиксирует желаемое время услуги, саму услугу и контактный телефон клиента. Обслуживание таких клиентов осуществляется без очереди, с опозданием не более чем в 15 минут от предварительно зафиксированного времени.

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ текущей ситуации в салоне, в том числе – скопившиеся очереди, занятость мастеров, появление новых и уход обслуженных клиентов. Следует предусмотреть подсчет и вывод статистической информации (как во время работы салона, так и по окончании моделирования): число обслуженных клиентов, средняя длительность обслуживания, длина очереди и занятость мастеров в каждом зале, средняя зарплата мастеров и общее время их простоя.

## Имитация работы речного порта

Речной порт имеет 4 места для причаливания (4 причала). В порт заходят различные речные суда — некоторые из них небольшие (60% от общего количества судов) и занимают только 1 причал, другие — средние (30% от общего количества судов) и занимают 2 причала, есть также большие суда (10% от общего количества судов), которые одновременно занимают три причала. Суда заходят в порт через каждые  $A \pm B$  часов. Небольшие суда обслуживаются в течение  $C \pm D$  часов, средние суда обслуживаются в течение  $E \pm F$  часов, большие суда обслуживаются  $G \pm H$  часов. При этом  $A < E < G$ . Если судну некуда причалить (не хватает нужного количества причалов), оно ждёт на рейде порта в очереди. Порт работает круглосуточно. Проанализировать процесс обслуживания 50 судов.

В программе должен быть предусмотрен вывод подсчитанной статистики.

## Вариант 11

### *Система контроля движения электропоездов*

Рассматривается *линейный участок железной дороги*, соединяющий  $N$  станций ( $7 \leq N \leq 20$ ). Известно *суточное расписание* движения электропоездов между этими станциями (в одном направлении), которое включает  $M$  маршрутов ( $5 \leq M \leq 20$ ). Каждый маршрут фиксирует:

- станцию-пункт отправления и станцию-пункт назначения;
- промежуточные станции маршрута, в которых электропоезд делает остановку;
- время прибытия и отправки электропоезда в каждой станции маршрута.

Фактическое движение электропоездов зависит не только от расписания, но и от некоторых непредвиденных событий, к числу которых относятся задержки поездов на станциях маршрута, а также *аварии поездов* и *повреждения железнодорожных путей* (которые на некоторое время нарушают движение).

Требуется разработать систему контроля движения электропоездов, которая отслеживает их движение по маршрутам, регистрирует возникающие события и отклонения движения от расписания, а также корректирует при необходимости расписание, определяя время предполагаемого прибытия поездов на каждую станцию маршрута. Можно считать, что электропоезда двигаются по маршрутам с определенной скоростью (например, 70 км/час).

Цель моделирования – изучение стабильности движения поездов при заданном расписании движения в условиях возникающих непредвиденных событий. Период моделирования – один день.

Случайные факторы движения (задержки и аварии) следует моделировать статистически, определив для каждого фактора свой вероятностный закон распределения. Интервал времени между возникновением двух непредвиденных событий – случайная величина, изменяющаяся в некотором диапазоне (например, для аварий – от 2 до 15 часов). Случайными величинами являются также длительность ремонта после аварии и время задержки при остановках электропоезда на станции.

Кроме величин  $N$ ,  $M$  и расписания движения, в изменяемые параметры моделирования целесообразно включить: время суток начала моделирования движения электропоездов, шаг моделирования – 15 или 30 минут, диапазон изменения указанных случайных величин (от диапазона зависит частота возникновения непредвиденных событий).

В ходе моделирования на экране компьютера должна быть изображена схема рассматриваемого участка железной дороги, на которой показано движение поездов в соответствии с расписанием, возникающие аварии и неисправности путей. По запросу необходимо также показать расписание движения, скорректированное в соответствии с уже случившимися событиями. По окончании моделирования должен быть выведен *график* смоделированного движения поездов, подсчитанная средняя задержка на станциях, общее время нарушения движения вследствие аварии.

Полезной функцией создаваемой системы контроля является введение и расчет *дополнительного маршрута*. При этом система по заданному времени отправления поезда, заданным станциям отправления и назначения должна определить расписание движения по новому маршруту (по возможности, без изменений старых маршрутов). Время остановки электропоезда на промежуточных станциях должно быть в интервале от 2 до 5 минут.

Возможное усложнение задачи – рассмотреть движение электропоездов на рассматриваемом участке дороги в обоих направлениях (по каждому направлению действует свое расписание). При этом авария поезда нарушает движение только в одну сторону, а неисправность железнодорожного пути – движение в обоих направлениях.

## **Вариант 12**

### ***Имитация автомобильной пробки***

1. Смоделировать движение автомобилей в пробке. Для простоты дорогу считать однополосной. Практика показывает, что многие водители склонны подъезжать вплотную в идущей впереди машине, сначала увеличивая свою скорость, чтобы догнать ее, а затем, снижая, чтобы не врезаться (вплоть до остановки). В результате плотный поток движется не равномерно, а с пульсациями (каждый, наверное, знает это по своему опыту; при желании можно найти видео эксперимента, подтверждающего это, в Интернете).

2. Насколько уменьшается средняя скорость пульсирующего потока автомобилей по сравнению с равномерным движением?

3. Настроить параметры имитационной модели так, чтобы часть водителей соблюдала достаточную дистанцию. При какой их доле поток движется без остановок? Без пульсаций? Обосновать, можно ли частично разрешить проблему пробок, если водители будут соблюдать большую дистанцию и двигаться как можно равномернее.

Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод параметров и протоколирование результатов имитационного эксперимента. Необходимо

сформировать протокол результатов моделирования. Обеспечить вывод данных 3-мя способами: в текстовый файл, файл XML и таблицу БД. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.

### **Вариант 13**

#### ***Система управления движением на линии метро***

Необходимо разработать систему, контролирующую движение на *линии метрополитена*, соединяющей  $N$  станций ( $7 \leq N \leq 20$ ). На двух конечных станциях линии расположены депо, в которых стоят свободные поезда. Движение по линии осуществляется в обе стороны, известно стандартное время перегона между каждыми двумя соседними станциями. Определен также *график движения* поездов метро, зависящий от времени суток и дня недели. График задает временной интервал между прибытием поездов на станцию и время остановки поезда на станции (например, в час пик интервал равен 1 минуте, а время стоянки – 2 минуты, в вечерние часы и в воскресные дни этот интервал движения увеличивается, время стоянки уменьшается). Время работы метро – с 6.00 утра до 12.00 ночи. Имитационная программа должна позволять гибко задавать параметры.

Фактическое движение поездов метро зависит не только от графика, но и от *непредвиденных задержек* поездов на станциях. В этом случае на следующем перегоне между станциями поезд движется с большей скоростью (при этом стандартное время перегона можно сократить лишь в полтора раза) и сокращает время стоянки на следующей станции (но время стоянки не может быть менее 1 минуты), пытаясь тем самым «нагнать» время задержки и восстановить график движения на линии. В общем случае для восстановления графика движения потребуется такое ускоренное движение поезда на нескольких перегонах между станциями (и сокращение времени его остановки на нескольких станциях), при этом следующие за ним поезда вынуждены удлинять свою остановку на станциях – чтобы сохранить минимальный

интервал между прибытием поездов на станцию (равный 1 минуте), требуемый для безопасности движения.

Создаваемая система должна отслеживать движение поездов на линии, регистрировать (по обоим направлениям) возникающие на станциях задержки и соответствующим образом корректировать движение поездов. Для тестирования системы требуется смоделировать процесс движения поездов на рассматриваемой линии. Период моделирования – некоторый отрезок суток (например, с 6 до 12 часов). Цель моделирования – изучение стабильности движения поездов на линии.

При моделировании движения непредвиденные задержки поездов на станциях следует моделировать статистически: отклонение от времени отправления – случайная величина, изменяющаяся в некотором диапазоне (например, от 20 до 60 секунд), причем вероятность задержки зависит от времени суток и дня недели (в час пик она выше).

В число параметров моделирования следует включить величину  $N$ , шаг моделирования – отрезок времени от 30 до 120 секунд, период моделирования.

В ходе моделирования на экране компьютера должна быть изображена линия метро с названиями станций, показано движение поездов по обоим направлениям линии, указано – в виде табло на каждой станции – время, прошедшее после прибытия последнего поезда на станцию, и длительность его стоянки, а также время сдвига движения относительно исходного графика. По окончании моделирования следует предусмотреть вывод итоговой информации, в том числе количество и среднюю величину возникших задержек поездов, максимальный и средний интервал между прибытием поездов на станцию.

## **Вариант 14**

### ***Имитационное моделирование расписания автобусов***

Планирование расписаний транспортных маршрутов – сложная задача, решаемая в настоящее время с широким привлечением компьютерных средств.



1. Создать граф улиц, по которым курсируют автобусы. Узлы – остановки, на которых может быть разное число пассажиров: остановка в спальном районе, около предприятия, рядом с университетом, около станции метро. Для каждого узла должна быть задана функция зависимости математического ожидания числа пассажиров от времени (кусочно-линейная, полиномиальная или другая), а также дисперсия, поскольку число пассажиров на остановке – случайная величина. Ребра графа – время, затрачиваемое на прохождение пути между остановками. Создать граф с несколькими узлами (не менее десяти) и отобразить его на форме.

2. Проложить маршрут автобуса (кольцевой или двусторонний), смоделировать графики времени ожидания пассажиров на остановке N, при условиях, что:

- автобус имеет ограниченную вместимость;
- на линии курсирует ограниченное число автобусов.

Дополнительно можно учитывать, что автобусы выходят на маршрут в разное время дня с разным интервалом (т.е. в час пик на линии больше автобусов, чем в другое время; лишние автобусы простаивают). Предусмотреть визуализацию перемещения по карте автобусов (можно дискретно, «прыжками») и появление пассажиров на остановках.

3\*. С помощью любого метода оптимизации построить оптимальный маршрут либо создать оптимальное расписание. Критерием оптимальности может выступать:

- число перевезенных пассажиров;
- среднее время ожидания пассажира на остановке;
- (наиболее реалистично) интегральный экономический показатель (число перевезенных пассажиров – источник прибыли, но каждый лишний автобус имеет стоимость и требует затрат на обслуживание).

Оптимизацию произвести для любого критерия или всех сразу (многокритериальная оптимизация).

## **Вариант 15**

### *Имитация очереди обслуживания клиентов*

Создать модель «очередь» в системе обслуживания клиентов (например, «Единый центр документов»). Имеется несколько специалистов, которые обеспечивают различные услуги (обмен паспорта, оформление визы, регистрация недвижимости и т. п.). Такие электронные очереди не только помогают центрам собирать статистические данные, но и удобны для клиентов: например, подсказывают им предполагаемое время ожидания в очереди.

1. В центр в случайном порядке приходят клиенты, которым нужно оказать разные виды услуг (смоделировать 3-5). Клиенты встают в одну из электронных очередей. Специалисты (от 4-х до 10-ти) обрабатывают запросы, причем время обслуживания одного клиента – случайная величина.

Клиенты приходят неравномерно, скажем, вечером их больше, чем утром. Кроме того, некоторые услуги более популярны, чем другие.

2. Приложение должно выдавать графики среднего времени ожидания клиентов в зависимости от времени для каждой услуги.

3 (дополнительно). Реализовать моделирование очереди в режиме реального времени (отображать состояние занятости специалистов центра): показывать число клиентов в очереди к специалисту и время обработки текущего клиента.

4(1)\*. Создать алгоритм, который бы динамически перенастраивал функции специалистов. Например, в очереди «Оформление загранпаспорта» стоят 20 клиентов, тогда как в очереди «Регистрация недвижимости» — только 3 клиента. Тогда специалист, принимавшее регистрацию недвижимости, временно переходит в режим «Оформление загранпаспорта» и работает в нем до тех пор, пока среднее время ожидания клиентов центра не нормализуется (может быть и другой критерий). Смоделировать две ситуации, в которых созданный алгоритм:

1. Существенно уменьшает время ожидания клиентов.

## 2. Не повышает эффективность обслуживания клиентов

Привести кривые ожидания до введения алгоритма/после на одном графике.

Построить кривые ожидаемого и реального времени ожидания в один из дней. Также собрать статистику ошибки прогнозирования и указать, насколько точно модель предсказывает время ожидания в зависимости от параметров очереди.

### **Вариант 16**

#### *Процесс подачи заявлений в приемную комиссию*

Заявления подаются на два факультета. Для каждого факультета определяется проходной балл. Каждое заявление сопровождается суммой баллов, которые были набраны в результате тестирования. В процессе моделирования необходимо учесть неравномерность количества подаваемых заявлений во времени.

*Варьируемые параметры:* проходной балл для каждого факультета, среднее количество баллов поступающих. *Наблюдаемые параметры:* количество поданных заявлений на каждый факультет.

### **Вариант 17**

#### *Страховая компания*

Необходимо смоделировать два потока информации: заявления на получение страховых полисов и заявления на выплату страховых. Предусмотреть наличие временных интервалов, относящихся к рассмотрению заявления и выдаче страховых сумм. *Варьируемые параметры:* средний интервал подачи заявлений, средний интервал выплачиваемых сумм, вероятность возникновения несчастного случая. *Наблюдаемые параметры:* сумма страховых поступлений, сумма страховых выплат.

## Вариант 18

### *Система регулирования домашнего отопления*

Система отопления представляет собой водный обогреватель, работающий на газе и нагревающий воду в батареях отопления, установленных в *комнатах дома* (включая гостиную, рабочий кабинет, кухню, ванную комнату и другие помещения). В каждой комнате есть специальный *клапан*, регулирующий поступление горячей воды в батареи этой комнаты, и, тем самым – температуру в этой комнате. Возможные положения клапана (полностью открыт/закрыт/полукоткрыт) могут быть установлены дистанционно. В каждой комнате находятся также *датчик текущей температуры* и *инфракрасный датчик присутствия людей*, их значения используются для регулирования температуры.

Основное назначение системы автоматического регулирования отопления – поддержание в каждой из комнат дома нужной температуры путем установки соответствующих положений клапанов обогревателя. Пользователи системы (жильцы дома) могут включать и выключать систему регулирования, а также задавать *рабочую температуру* в каждой комнате, т.е. температуру, которая должна быть в комнате в случае присутствия в ней людей. В случае же их отсутствия в целях экономии должна поддерживаться *температура ожидания* – она определяется на  $M$  градусов ( $1 \leq M \leq 5$ ) ниже рабочей в этой комнате.

Системе известно обычное *недельное расписание* пребывания людей в комнатах дома – для того, чтобы заранее, к моменту ожидаемого появления в конкретной комнате людей, начать прогревать ее до рабочей температуры.

Регулирование температуры системой основано на показаниях датчиков температуры и присутствия людей, заданных величинах рабочей температуры в каждой комнате и недельного графика пребывания людей в доме, а также на показаниях *таймера*, который обеспечивает непрерывный поминутный отсчет текущего времени. Если температура в каком-либо помещении опускается или

поднимается на  $N$  градусов ( $1 \leq N \leq 5$ ) ниже или выше требуемой, то система формирует команду на изменение положения клапана в этой комнате.

Модельная система регулирования отопления подсчитывает также общий *расход топлива на обогрев* (в условных единицах), при условии, что на обогрев 1 кв. м комнаты за 1 минуту расходуется величина  $P = C \times K$ , где значение  $K$  соответствует положению клапана обогревателя в этой комнате:  $K=0$  – закрыт,  $K=2$  – полуоткрыт,  $K=5$  – открыт полностью; а  $C$  – некоторая заранее заданная для каждой комнаты константа (зависит от площади батарей в этой комнате).

Цель моделирования – изучение зависимости величины расхода топлива от параметров  $M$  и  $N$  и недельного расписания занятости комнат дома.

Для проведения экспериментов необходимо программно эмулировать показания датчиков текущей температуры и присутствия людей в комнатах. Следует считать, что при закрытом клапане обогревателя температура в каждой комнате медленно падает (линейно по времени, коэффициент линейной зависимости определяется временем суток), при открытом – растет (по аналогичному закону), при полуоткрытом – сохраняется постоянной. При моделировании показаний датчика присутствия людей в комнате может использоваться вычисляемая тем или иным образом случайная величина – отклонение от известного расписания пребывания людей в рассматриваемой комнате дома (например, жильцы дома могут по каким-либо причинам раньше обычного уйти с утра из дома).

В ходе моделирования должны быть изображены: план дома, наличие в каждой комнате людей, положение клапанов обогревателя, а также указаны температура в каждой комнате, время суток и день недели, расход топлива на текущий момент. Кроме начального задания недельного расписания следует допустить также возможность его изменения в ходе экспериментов.

## **Вариант 19**

### *Система управления оптовым складом*

Оптовый склад, на котором хранятся  $K$  видов ( $12 \leq K \leq 20$ ) продуктовых товаров, обслуживает  $M$  ( $3 \leq M \leq 9$ ) близлежащих торговых точек (мелких магазинов и палаток). Вместимость склада ограничена: каждого вида товара может храниться не более определенного количества оптовых упаковок. Все продукты имеют срок годности, и если этот срок истекает через несколько дней, то товар уценивается, чтобы продать его быстрее. После истечения срока годности продуктовой товар списывается и вывозится со склада.

Система управления складом хранит данные о наличии и количестве каждого продукта в текущий момент (например, 12 оптовых упаковок гречи, в каждой 20 пачек по 1 кг), а также о сроке годности продукта и его стоимости. Система фиксирует поступающие в течение рабочего дня заказы на доставку товаров со склада в торговые точки, последовательно их обрабатывает и формирует список соответствующих перевозок на следующий рабочий день.

Каждый день от любой торговой точки на склад поступает не более одного заказа, который включает перечень заказываемых продуктов и их количество.

Поскольку любой товар отпускается в оптовых упаковках, при выполнении заказа на определенный продукт система выделяет такое количество оптовых упаковок, которое дает чуть большее или чуть меньшее количество товара (килограмм, пачек или др.) по сравнению с заказанным. Если заказанного товара нет в достаточном количестве, то он отпускается частично.

Система управления складом отслеживает убыль товаров, и если какого-то вида товара становится меньше определенного количества, то составляется заявка в фирму-поставщик на доставку на склад нужного количества этого продукта. Сформированный системой список перевозок заказанных товаров, список заявок в фирмы-поставщики и список продуктов, подлежащих уценке, может просматривать и утверждать пользователь системы (заведующим складом), при этом он может принимать решения о проценте уценки продукта.

Для тестирования заложенных в систему процедур автоматизации обработки заказов и составления заявок требуется смоделировать поток заказов, поступающих от торговых точек, а также поставку продуктов на склад фирмами-поставщиками. Период моделирования –  $N$  дней ( $10 \leq N \leq 30$ ), шаг моделирования – один день.

Поток поступающих заказов на продукты следует моделировать статистически: случайными величинами, изменяющимися в некоторых диапазонах, являются все составляющие каждого заказа, причем вероятность заказа уцененных продуктов выше, чем неуцененных, и зависит от процента уценки. Случайной величиной (от 1 до 5 дней) является также время выполняемой по заявке поставки продуктов на склад фирмой-поставщиком. В параметры моделирования следует включить величины  $N$ ,  $M$ ,  $K$ , начальный набор продуктов на складе, а также диапазоны изменения вышеописанных случайных величин. В ходе моделирования должна быть доступна основная информация о работе склада: о наличии товаров, о заказах за текущий день и перевозках на следующий, о вывозе просроченных продуктов и денежных потерях склада за счет уценки продуктов и их списания др. По окончании моделирования целесообразно вывести некоторые статистические данные о работе склада за весь период моделирования, например, общий объем и стоимость проданных продуктов.

## **Вариант 20**

### ***Моделирование работы автосервиса***

Автосервис предоставляет разные виды услуг по ремонту и обслуживанию автомобилей и включает нескольких цехов: техосмотра, кузовного ремонта, шиномонтажа, ремонта двигателя. В каждом цеху работает несколько мастеров ( $2 \leq K \leq 7$ ). Известно недельное расписание работы автосервиса: 5 дней по 12 часов и два дня по 8 часов, без перерывов на обед.

Необходимо разработать имитационную модель работы автосервиса, при которой заявки на обслуживание автомобилей поступают случайным

образом, каждая заявка включает одну или несколько услуг. Каждая услуга выполняется в определенном цеху, известна средняя длительность ее выполнения и получаемая при этом прибыль. Фактический срок выполнения заявки может отличаться от среднего на некоторую случайную величину, изменяющуюся в некотором диапазоне (например, от часа до нескольких дней, в зависимости от вида услуги). Случайной величиной является также отрезок времени между последовательным появлением двух заявок, она имеет нормальное или равномерное распределение в некотором интервале (например, от 15 минут до часа), причем плотность потока заявок зависит от времени дня – в середине рабочего дня заявки поступают чаще, т.е. плотность потока выше.

Поступившие заявки образуют несколько очередей – по числу цехов автосервиса, причем в общем случае заявка может сохраняться в очереди несколько дней. Один и тот же автомобиль может находиться одновременно в нескольких очередях (с заявками на разные услуги), но его обслуживание в нужных цехах производится последовательно. Максимальный общий срок обслуживания каждого автомобиля – неделя, и если по окончании этого срока ремонт (обслуживание) автомобиля еще не закончен, то владелец забирает его из автосервиса – тем самым автосервис теряет своих клиентов.

Цель моделирования работы автосервиса – определение оптимального соотношения числа рабочих в его цехах, выявление «узких» мест в его работе (таких как нехватка мастеров или их простой). Недельная зарплата каждого мастера определяется как 35% от приносимой им прибыли автосервису, но не менее 1 тыс. рублей в день. Период моделирования – неделя, шаг –  $M$  часов.

Следует включить в параметры моделирования величины  $K$  и  $M$ , а также диапазоны разброса вышеуказанных случайных величин. Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ текущей ситуации в автосервисе, том числе – получившиеся очереди в каждом цеху, занятость рабочих, появление новых заявок. Также должен быть предусмотрен вывод подсчитанной статистики: общее число обслуженных автомобилей и



предоставленных услуг разного вида, среднее время обслуживания одного автомобиля; средняя длина очередей в каждом цеху; средняя занятость рабочих и средняя их зарплата, общая прибыль автосервиса.

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ текущей ситуации в автосервисе, в том числе – получившиеся очереди в каждом цеху, занятость рабочих, появление новых заявок. Также должен быть предусмотрен вывод подсчитанной статистики: общее число обслуженных автомобилей и предоставленных услуг разного вида, среднее время обслуживания одного автомобиля; средняя длина очередей в каждом цеху; средняя занятость рабочих и средняя их зарплата, общая прибыль автосервиса.

## **Вариант 21**

### ***Перевозка грузов***

Необходимо перевозить поступающие грузы различными автомобилями с различной грузоподъемностью (автомобиль 1, автомобиль 2, автомобиль 3). В каждый автомобиль вмещается различное количество грузов. Грузы упакованы в стандартные ящики одинакового размера. Каждый автомобиль везёт грузы в определённое место, а затем возвращается. Каждый груз имеет своё назначение (поступление грузов и место их назначения задаётся случайным образом). Автомобили начинают движение после того, как будут полностью загружены или после того, как простоят некоторое количество времени (если в них всё-таки попало какое-то количество груза), чтобы успеть вернуться в течение рабочего дня. Проанализировать работу автомобилей.

## **Вариант 22**

### ***Имитация работы маршрутных такси***

Необходимо смоделировать работу маршрутного такси, выполняющего движение по кольцу с несколькими остановками. Для каждой остановки генерируется поток пассажиров. Варьируемые параметры: число остановок, количество мест в маршрутном такси, скорость маршрутки, среднее

количество пассажиров на остановке. Наблюдаемые параметры: суммарная прибыль, средний процент заполнения маршрутки.

В программе должен быть предусмотрен вывод подсчитанной/

## **Вариант 23**

### ***Имитационное моделирование движения на круговой автомобильной развязке***

Рассматривается *круговая дорога*, соединяющая несколько (от трех до пяти) прямых автомобильных дорог и служащая для поворота автомобилей с одной прямой дороги на другую. Круговая дорога содержит *две полосы* (ряда), по которым автомобили двигаются в одном направлении (против часовой стрелки); а по входящим в круг дорогам допускается обычное двуполосное движение, причем каждому направлению соответствует своя полоса дороги.

Требуется разработать имитационную модель автомобильного движения на круговой развязке. Цель моделирования – исследование характера возникающих на ней заторов в зависимости от плотностей потоков автомобилей и их скоростей на каждой из входящих в развязку дорог.

Автомобили должны появляться на концах каждой из прямых дорог случайным образом, для этого интервал между последовательным появлением на дороге двух машин определяется как случайная величина. Для каждого нового автомобиля задается его *начальная скорость*, которая также является случайной величиной из некоторого диапазона (например, от 30 до 120 км/час). Случайным образом определяется и дорога, на которую нужно свернуть автомобилю при проезде через круговую развязку.

Автомобили стараются по возможности сохранить свою начальную скорость, но при необходимости они притормаживают и/или останавливаются перед другими автомобилями. Например, если автомобиль приближается к идущей впереди него машине на некоторое фиксированное расстояние (5-10

м), он начинает притормаживать, пока его скорость не сравняется со скоростью передней машины.

Когда автомобиль достигает развязки, он въезжает на круг и проезжает по нему до той дороги, на которую ему необходимо свернуть. Въезжать на круговую дорогу, двигаться по ней (перестраиваясь из одного ряда в другой), и выезжать с нее на нужную дорогу автомобили должны в соответствии с правилами дорожного движения. После выезда на нужную дорогу автомобиль проезжает по ней до конца и исчезает.

Кроме правил въезда/выезда и смены полос, в программе должны быть зафиксированы законы торможения и ускорения автомобилей, которые в общем случае зависят от допустимого сближения между автомобилями, дистанции видимости, видов автомобилей (например, легковых и грузовых).

В параметры моделирования необходимо включить диапазон возможных скоростей автомобилей и интервал между их появлениями на дороге (отдельно для каждой дороги, входящей в развязку, от этого зависит плотность потока автомашин на ней). Как параметр можно задавать и *приоритет дорог* развязки

Визуальная картина движения на круговой развязке должна включать изображения всех дорог и движущихся машин. Следует учесть, что изображения самих автомобилей необходимо сделать крупнее, чем это определяется масштабом, иначе они будут плохо видны. Полезно использовать разные цвета для изображения различных состояний автомобиля (ускорение, торможение, остановка, поворот).

## **Вариант 24**

### ***Моделирование работы курьерской службы***

Курьерская служба создана для оперативной пересылки корреспонденции (служебных писем) между  $N$  ( $3 \leq N \leq 7$ ) филиалами крупной фирмы. Пересылка осуществляется несколькими ( $1 \leq M \leq 5$ ) курьерами службы, работой которых управляет диспетчер. Курьеры могут перевозить

более одного письма, в начале рабочего дня они рассредоточены по филиалам фирмы. Известно среднее время, необходимое для переезда курьера из одного конкретного филиала в другой.

Требуется разработать систему, моделирующую функции диспетчера, который фиксирует поступающие в течение рабочего дня (с 9.00 до 18.00 вечера) *заявки на пересылку корреспонденции* и организует работу курьеров. Заявки на пересылку поступают случайным образом, но их распределение неравномерно по филиалам и времени дня, максимальное количество заявок возникает в середине рабочего дня. Заявка включает указание филиала, являющегося пунктом отправления письма; указание пункта назначения отправляемого письма, а также допустимый срок доставки (срочность доставки).

Цель моделирования – сбор информации о работе курьеров для последующей оптимизации курьерской службы: например, необходимо найти число курьеров, при котором сокращается общее время «холостых» переездов курьеров между филиалами фирмы (т.е. переездов без перевозки писем). Период моделирования – одна неделя, шаг моделирования – полчаса или час.

Интервал между появлением двух заявок следует моделировать как случайную величину из определенного диапазона (например, от 2 до 20 минут) – от этого диапазона зависит плотность потока заявок. Случайным образом определяются и составляющие заявки: пункты отправления и назначения и срочность заявки. *Фактическое время доставки* письма курьером отличается от среднего (обычного) времени на величину случайного отклонения (изменяется в диапазоне от –5 до 30 минут).

В параметры моделирования следует включить числа  $M$  и  $N$ , шаг моделирования, диапазоны изменения вышеуказанных случайных величин.

Визуализация работы курьерской службы может включать показ схемы расположения филиалов фирмы, на которой указывается текущее местоположение курьеров и номера выполняемых ими заявок. Отображаются также списки всех поступивших и выполненных заявок, для последних

должно быть также указано время начала и окончания их выполнения. По окончании моделирования *должна выводиться статистическая информация*, в том числе – показатели занятости курьеров фирмы, средняя длительность их поездок, общее время «холостых» переездов.

## **Вариант 25**

### ***Система поддержки бронирования и заселения гостиницы***

Небольшая гостиница содержит  $K$  номеров ( $20 \leq K \leq 30$ ), которые различаются степенью комфорта, максимальным количеством человек, которые могут поселиться в номере, а, следовательно, и стоимостью. Названия номеров традиционное: «люкс», «полулюкс», одноместные, простые двухместные, двухместные с раскладным диваном и т. д. (например, 70 у.е. за день проживания в одноместном номере, 120 у.е. – за номер «люкс»).

Требуется создать компьютерную систему, автоматизирующую управление занятостью номеров гостиницы. Система должна обрабатывать входной поток заявок двух видов:

- заявки, *бронирующие* определенные типы номеров на определенный срок;
- заявки на *заселение в текущий момент*.

Система должна хранить информацию о фактической занятости всех номеров и о их занятости в ближайшие дни (учитываются уже оплаченные вперед дни), а также сведения о произведенной брони номеров, и должна использовать все эти данные при обработке заявок. При бронировании номеров система должна автоматически формировать сообщение-подтверждение брони, а при выезде постояльцев она оформляет им *счета*.

Стратегия обработки заявок строится так, чтобы добиться максимальной занятости гостиницы с целью увеличения ее прибыли. Для этого система гибко распоряжается номерным фондом: в частности, при нехватке нужных номеров можно использовать пустующие номера большей комфортности (по меньшей

цене), например, при нехватке одноместных номеров можно поселить одного человека в двухместный номер (за 70% его стоимости).

Для тестирования построенной системы необходимо смоделировать входной поток заявок на бронирование и поселение. Вид и параметры каждой заявки определяются случайным образом. Интервал между появлением двух заявок следует моделировать как случайную величину из определенного диапазона (например, от 1 до 5 часов).

Период моделирования –  $M$  дней ( $12 < M < 30$ ), шаг – несколько часов.

Цель моделирования – изучение стратегий обработки заявок на заселение. В параметры моделирования следует включить: числа  $K$  и  $M$ , количество номеров каждой категории, характеристики используемых случайных величин.

В ходе моделирования система должна предоставлять всю необходимую информацию о занятости номеров гостиницы. По окончании моделирования должна выводиться статистика заселения номеров, выполненных заявок, процент загруженности отдельных категорий номеров и гостиницы в целом.

## **Вариант 26**

### ***Проектирование Web-сайтов***

Необходимо обработать поток заявок на проектирование Web-сайтов. Стоимость проектирования в каждом случае является случайной величиной. Необходимо установить связь между стоимостью проектирования и временем разработки сайта. Проектные работы выполняют две группы разработчиков.

*Варьируемые параметры:* интервал поступления заявок, средняя стоимость проектирования сайта. *Наблюдаемые параметры:* получаемая валовая прибыль, количество заказов.

## **Вариант 27**

### ***Система автоматизации функций секретаря***

Некоторая фирма включает  $K$  различных *отделов* ( $5 \leq K \leq 9$ ), для согласования работы которых используется еженедельный *общий календарь*. В этом календаре представлены разнообразные *мероприятия* и *события*: ежедневные планерки сотрудников каждого отдела, еженедельные совещания руководителей отделов, командировки сотрудников отделов и руководства, периодические тематические семинары, в которых могут участвовать сотрудники разных разделов и т.п. У каждого календарного события есть дата, время начала и конца (или его длительность), место проведения, участники, степень важности и другие характеристики. Внутренние мероприятия фирмы могут проходить либо в помещениях отделов, либо в конференц-зале фирмы.

Требуется создать компьютерную систему, автоматизирующую отдельные функции секретаря фирмы – формирование и поддержку календаря фирмы и контроль обозначенных в нем событий. Основные функции системы:

- ✓ уточнение (актуализация) календаря: из календаря автоматически удаляются уже произошедшие события дня, а также (по указанию пользователя) добавляются новые запланированные мероприятия или же уточняются характеристики событий, уже представленных в календаре;
- ✓ выдача по запросу пользователя всей информации о календарных событиях, включая удобный просмотр событий, запланированных на определенный день или период дня – либо для всей фирмы, либо для определенного отдела, либо для определенного сотрудника;
- ✓ посылка по электронной почте *напоминаний* о запланированных событиях всем участвующим в них сотрудникам фирмы; частота напоминаний и их начало зависит от степени важности события (например, ежедневно за 3-4 дня до события).

При добавлении в календарь новых событий проверяется их осуществимость, при этом могут быть выявлены *конфликты*: например, участие некоторого сотрудника в одно и то же время в двух разных мероприятиях, или же наложение по времени двух разных мероприятий,

проводимых в конференцзале. Информация о выявленных конфликтах показывается пользователю системы, и он должен разрешить каждый конфликт, изменяя некоторые характеристики либо добавляемого в календарь события, либо же уже назначенного и внесенного в календарь события. Возможность последнего зависит, вообще говоря, от *категории пользователя*: например, руководители могут менять уже назначенные время и место событий, но рядовым сотрудникам это не разрешено. Желательно реализовать в компьютерной системе автоматический подбор нескольких способов разрешения возникающих конфликтов – с тем, чтобы пользователь выбирал нужный способ из числа предложенных системой.

Необходимо испытать построенную систему автоматизации, установив для этого некоторое первоначальное состояние календаря событий и смоделировав пошаговое изменение времени. Цель моделирования – уточнение заложенных в систему процедур актуализации календаря. Период моделирования –  $N$  дней ( $7 \leq N \leq 30$ ), шаг – полчаса или час. В параметры моделирования можно включить условия выдачи напоминаний о событиях календаря и/или условия разрешения выявленных конфликтов. По окончании моделирования система выводит итоговый отчет по всем событиям, произошедшим на фирме в течение периода моделирования.

## **Вариант 28**

### *Автомобильная пробка*

1. Смоделировать движение автомобилей в пробке. Для простоты дорогу считать однополосной. Практика показывает, что многие водители склонны подъезжать вплотную в идущей впереди машине, сначала увеличивая свою скорость, чтобы догнать ее, а затем, снижая, чтобы не врезаться (вплоть до остановки). В результате плотный поток движется не равномерно, а с пульсациями (каждый, наверное, знает это по своему опыту; при желании можно найти видео эксперимента, подтверждающего это, в Интернете).



2. Насколько уменьшается средняя скорость пульсирующего потока автомобилей по сравнению с равномерным движением?

3. Настроить параметры имитационной модели так, чтобы часть водителей соблюдала достаточную дистанцию. При какой их доле поток движется без остановок? Без пульсаций? Обосновать, можно ли частично разрешить проблему пробок, если водители будут соблюдать большую дистанцию и двигаться как можно равномернее.

Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод параметров и протоколирование результатов имитационного эксперимента. Необходимо сформировать протокол результатов моделирования. Обеспечить вывод данных 3-мя способами: в текстовый файл, файл XML и таблицу БД. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation. Формализация задачи должна быть представлена с помощью диаграмм UML (диаграммы состояний, последовательностей, деятельности, классов и др.)

## **Вариант 29**

### ***Моделирование движения на автострате***

Рассматривается движение автомобилей на прямом одностороннем (однополосном) участке автостраты без перекрестков в течение некоторого времени. Автомобили появляются на одном конце дороги и проезжают по ней до другого конца, стараясь по возможности сохранить начальную (заданную при их появлении) скорость. Автомобили могут иметь разную начальную скорость: начальная скорость – случайная величина, изменяющаяся в заданном диапазоне (например, от 50 до 100 км/час). Интервалы между появлениями автомобилей на дороге также являются случайными величинами из определенного интервала (например, от 1 до 5 секунд).

Считается, что минимальное допустимое сближение двух автомобилей составляет одну длину (корпус) автомобиля, в ином случае происходит авария. Когда автомобиль приближается к идущей впереди машине на утроенное

допустимое расстояние, он начинает притормаживать по определенному закону, пока его скорость не сравняется со скоростью передней машины.

Пусть в таком потоке машин организована искусственная кратковременная задержка одного автомобиля: автомобиль сначала резко замедляется, сбрасывая за некоторое время скорость, а затем после некоторой паузы вновь набирает первоначальную скорость. В результате, если следующий автомобиль не успел притормозить, возникает авария. Может возникнуть и так называемая пробка – область с высокой плотностью автомобилей, включающая чередование притормаживаний и ускорений до прежней скорости. Действительно, если какой-то автомобиль начинает резко замедляться, идущий за ним автомобиль тоже через некоторое время тормозит. После торможения следует замедленное движение автомобиля, но как только дорога перед ним освобождается, автомобиль ускоряется до первоначальной скорости.

Пробка обычно возникает, если плотность потока автомобилей достаточно велика, и существует некоторое время, медленно двигаясь навстречу потоку автомобилей и постепенно рассеиваясь.

Заметим, что в аварию может попасть не тот автомобиль, что был искусственно задержан, а идущие за ним машины. В случае аварии должно пройти некоторое фиксированное время, прежде чем движение на этом участке вновь станет возможным, и после вынужденной остановки машины вновь набирают первоначальную скорость.

Необходимо разработать систему моделирования движения машин на автострате, позволяющую наблюдать за возникновением и скоростью рассасывания возникающей пробки в зависимости от нескольких факторов-параметров. В число параметров моделирования следует включить: диапазон скоростей автомобилей, возможный интервал между их появлениями на дороге (от этого параметра зависит плотность потока), величину уменьшения скорости искусственно притормаживаемой машины и время ее движения с меньшей скоростью. При визуализации движения автомобилей по дороге

следует учесть, что изображения самих автомобилей необходимо сделать крупнее, чем это определяется масштабом, иначе эти изображения будут слишком мелкими. Полезно использовать разные цвета для изображения различных состояний автомобиля (ускорение, торможение, движение с постоянной скоростью, авария). Интерфейс с программой моделирования движения должен обеспечивать один из способов указания автомобиля, который необходимо притормозить: например, нужный автомобиль отмечается мышью, или же задается отметка на дороге – тогда тормозится машина, пересекающая первой эту отметку. Возможны усложнения задания, включающие:

- движение автомобилей в несколько рядов (полос);
- наличие на дороге одного или нескольких светофоров.

В первом случае потребуется определить правила перехода автомобилей с одного ряда на другой, во втором – задать законы работы светофоров (от них зависит скорость рассасывания возникающих заторов). Допускается вместо прямого участка дороги организовать автомобильный круг, поскольку при этом можно дольше наблюдать за рассасыванием пробок.

### **Вариант 30**

#### ***Поддержка программ 1С: Предприятие***

Фирма занимается разработкой собственных конфигураций и продажей типовых решений. Стоимость работ по выполнению нетипового решения выше, чем типового, но и затрачиваемое время также выше. Поток заявок на выполнение работ должен предусмотреть процедуру соотнесения каждой заявки к тому или иному решению. *Варьируемые параметры:* средний интервал между заявками, средняя стоимость каждого из решений. *Наблюдаемые параметры:* валовая прибыль, суммарные издержки.

### **Вариант 31**

### *Модель управления страховой компанией*

Рассматривается работа страховой компании, выполняющей *страхование* населения по трем направлениям (видам страховок): страхование жилища, страхование автомобиля и страхование здоровья. *Договор страхования* учитывает *условия страховки* каждого вида: размер месячного, квартального или годового взноса (например, 90 у.е.), срок действия договора (например, год), максимальную сумму страхового возмещения (например, 20 тыс. у.е.), франшизу – размер ущерба, с которого начинаются страховые выплаты.

Создаваемая система реализует экономическую игру, пользователь которой – менеджер, управляющий работой страховой компании. В начале игры страховая компания обладает некоторым капиталом (например, 30 тыс. у.е.), и известен *базовый спрос* (т.е. количество потенциальных покупателей) на страховки каждого вида, при заданных начальных условиях страховок. Игрок-менеджер компании может изменить эти условия на новые, а также установить срок их действия (например, 6 месяцев).

Игра моделирует работу компании в течение  $M$  месяцев ( $6 \leq M \leq 24$ ). Шаг моделирования – один месяц, он включает следующие *операции*:

1. выплата государству постоянного налога на общий капитал компании (например, 9% от суммы);
2. *продажа* населению всех видов страховок согласно действующим условиям страховок и текущему спросу на них (для разных видов страховок спрос может быть различным);
3. выплата населению страховых сумм согласно *страховым случаям*, произошедшим в текущем месяце;
4. определение на последующие месяцы условий (сохранение их или изменение) для тех видов страховок, срок действия которых истек.

Операции 1-3 выполняются автоматически, а 4 – менеджером компании.

Общий капитал компании складывается из исходного капитала и стоимости уже проданных страховок, за вычетом выплаченного налога и

суммы выплаченных страховок. В ходе игры компания может обанкротиться – это происходит, когда она не выполняет своих финансовых обязательств по выплатам страховых вознаграждений (операция 3). Игра заканчивается либо после установленного числа шагов, либо досрочно, после банкротства компании.

*Текущий спрос* на каждый вид страховки определяется соотношением общей стоимости страховки (размер страхового взноса, умноженный на длительность договора) и максимальной суммы страхового возмещения: чем меньше отношение стоимости страховки к сумме страхового возмещения, тем больше это повышает базовый спрос. Количество проданных страховок каждого вида следует рассчитывать с учетом вероятностного фактора, т.е. как текущий спрос, скорректированный случайной величиной, изменяющейся в некотором диапазоне (например, от 0 до 10 покупателей).

Число страховых случаев каждого вида, произошедших за один месяц, необходимо моделировать как случайную величину, имеющую равномерное распределение в некотором диапазоне (например, от 1 до 25 случаев). Для каждого страхового случая сумма возмещения подсчитывается как величина, пропорциональная размеру ущерба, например, как максимальная сумма страхового возмещения, умноженная на коэффициент ущерба – случайное число в диапазоне  $(0,1]$ .

Цель моделирования работы страховой компании – выявление условий страхования, позволяющих наращивать ее общий капитал. В изменяемые параметры целесообразно включить число  $M$ , размер исходного капитала страховой компании, процент налога на общий капитал, базовый спрос на страховки, а также диапазон изменения случайной величины – количества страховых случаев.

В ходе игры менеджеру компании должна быть доступна информация о базовом спросе на страховки и о состоянии дел компании (общий капитал, условия страховок, количество проданных страховок каждого вида, выплаты по страховым случаям и др.).

Возможны следующие усложнения рассмотренной игры:

- новые виды страховок и подвиды старых (ОСАГО, КАСКО);
- несколько игроков, конкурирующих между собой за спрос на страховки.

### **Вариант 32**

#### ***Модель работы магазина или супермаркета***

Необходимо разработать имитационную модель обслуживания покупателей *супермаркета* или *обычного магазина* несколькими ( $1 \leq K \leq 7$ ) *кассами* супермаркета или *продавцами* магазина. Известно *недельное расписание* работы магазина: 11 часов по рабочим дням, 9 часов в субботу, и 7 часов в воскресенье. Супермаркет работает круглосуточно.

При моделировании работы супермаркета/магазина его *покупатели* приходят случайным образом: случайной величиной является отрезок времени между последовательным появлением двух покупателей. Эта случайная величина имеет нормальное или равномерное распределение в некотором интервале (например, от 0 до 7 минут), причем плотность потока заявок зависит от дня недели, времени дня и величины очередей у касс/продавцов (в конце недели и в конце дня клиенты приходят чаще, плотность потока выше). Длительность обслуживания каждого покупателя также случайное число в некотором диапазоне (например, от 1 до 7 минут), но оно не зависит от входного потока заявок. Еще одной случайной величиной является сумма покупки (от 30 до 9 тыс. руб.), причем сумма не зависит от других случайных величин.

Максимально возможная длина *очереди* у каждой кассы –  $N$  человек ( $5 \leq N \leq 8$ ), не считая обслуживаемого покупателя. Очереди формируются по определенному закону – так, что разница между максимальной и минимальной очередью у касс не превышает три человека. Если у каждой кассы скопилась очередь из  $N$  человек, то вновь прибывающие покупатели уходят, и

вероятность прихода следующих уменьшается – тем самым супермаркет теряет своих потенциальных покупателей.

Максимальная длина очереди около каждого продавца-консультанта – 3 человека (не считая обслуживаемого покупателя). Аналогично, разница между максимальной и минимальной очередью у продавцов не превышает 2 человека. Если у каждого продавца скопилась очередь из трех человек, то вновь прибывающие покупатели уходят, и потенциальные покупатели теряются.

Цель исследования работы супермаркета или магазина – определение оптимальных *режимов* его работы, т.е. режимов, при которых работающие кассы или продавцы всегда заняты, и увеличиваются прибыли от продаж. Режим работы включает число касс или продавцов, *рекламу* и *скидки* на товары.

Считается, что затрата 7 тыс. руб. в день на рекламу увеличивает поток покупателей на 10%, а при объявлении скидок на товары каждый процент скидки увеличивает плотность потока на 0.5 %. Известна также средняя прибыль, получаемая при обслуживании каждого покупателя – 9 % от стоимости покупки, и дневная зарплата каждого кассира или продавца (1.5 тыс. руб.), причем продавцов можно нанимать поденно. Период моделирования – неделя, шаг – интервал времени от 10 до 60 минут. Кроме шага, в параметры моделирования следует включить числа  $K$  и  $N$ , диапазоны разброса случайных величин – промежутка между последовательным приходом покупателей, времени их обслуживания, стоимости покупки, а также затраты на рекламу, величину скидки, прибыль от суммы покупки в 1 тыс. руб., зарплату кассира или продавца и степень уменьшения потока покупателей при возникновении максимальной очереди.

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ очередей у каждой кассы или продавца, приход и уход покупателей, а также вывод статистической информации, собираемой в ходе моделирования: количество обслуженных и потерянных (потенциальных) покупателей,

средняя длина очереди у касс и среднее время ожидания в ней, средняя занятость продавцов или касс, общая прибыль, полученная супермаркетом или магазином.

### **Вариант 33**

#### ***Моделирование обслуживания в филиале банка***

Необходимо создать компьютерную модель обслуживания *потока заявок*, поступающих от *клиентов банка*, несколькими *клерками* ( $2 \leq N \leq 7$ ) в одном из филиалов банка. Известно *недельное расписание* работы филиала банка: 5 дней по 8 часов и один день – 6 часов, возможны перерывы на обед.

При моделировании работы заявки на обслуживание (т.е. приход клиентов) поступают случайным образом. Случайной величиной является отрезок времени между последовательным появлением двух заявок, она имеет нормальное или равномерное распределение в некотором интервале (например, от 0 до 10 минут), причем плотность потока заявок зависит от дня недели и времени дня – в конце недели и в конце дня клиенты приходят чаще, т.е. плотность потока выше. Длительность обслуживания каждой заявки – также случайное число в некотором диапазоне (например, от 2 до 30 минут), но длительность не зависит от входного потока заявок. Еще одна случайная величина – прибыль, получаемая банком от обслуживания клиента, она варьируется в пределах от 3 тыс. до 50 рублей.

Поступившие заявки (клиенты) образуют *общую очередь*, максимальная длина которой –  $K$  человек ( $10 \leq K \leq 25$ ). Если очередь достигла такой длины, то вновь прибывающие клиенты уходят, и вероятность прихода следующих уменьшается – тем самым банк теряет своих потенциальных клиентов.

Клиенты банка ожидают своей очереди на обслуживание в общем зале с *информационным табло*, на котором высвечиваются номер клиента, взятого только что на обслуживание, и номер места клерка, обслуживающего этого клиента. В каждый день работы филиала заявки на обслуживание нумеруются последовательно, начиная с 1, по мере их прихода в банк.



Цель моделирования работы банка – определение прибыли банка и ее зависимости от числа работающих клерков; выявление «узких» мест в работе банка: нехватки клерков (возможное следствие этого – потеря клиентов), простой клерков (следствие – лишние траты на их зарплату). Прибыль высчитывается с учетом дневной зарплаты каждого клерка (2 тыс. руб.).

Период моделирования – месяц, шаг моделирования – интервал времени от 10 минут до 1 часа. (параметры должны настраиваться, а не задаваться жестко). Следует включить в параметры моделирования: числа  $N$  и  $K$ , шаг моделирования, диапазоны разброса случайных величин – промежутка между приходом клиентов и время их обслуживания, законы распределения этих случайных величин. Необходимо также учесть в модели уменьшение потока клиентов при наличии достаточно большой (более 7 человек) очереди.

Визуализация моделируемого процесса должна предусматривать показ текущей ситуации в банке, том числе – скопившуюся очередь, занятость клерков, появление новых и уход обслуженных клиентов, информационное табло. Следует предусмотреть вывод в ходе моделирования и по его окончании подсчитанной статистики: количества обслуженных и потерянных клиентов, максимальную, минимальную и среднюю длину очереди, среднее время ожидания клиентов в очереди, среднюю занятость клерков, а также полученную банком прибыль.

#### **Вариант 34**

##### ***Менеджмент курсов иностранного языка***

Курсы иностранного языка предлагают обучение нескольким иностранным языкам (английскому, французскому, немецкому, японскому и др.), причем на нескольких *уровнях* (начальном, среднем, продвинутом) и с разной степенью *интенсивности* (интенсив, обычное и поддерживающее обучение). На курсах учатся  $K$  слушателей ( $15 \leq K \leq 30$ ), каждый слушатель может быть записан на обучение нескольким языкам, причем для каждого языка у него может быть свой уровень и интенсивность.

Занятия могут быть *индивидуальные* и *групповые*, причем в группу записываются слушатели одного языка, уровня и интенсивности. В группе не может быть менее 5 и более 10 человек (оптимально – 7 человек). *Длительность курса* для групповых занятий может варьироваться от двух недель до трех месяцев (для индивидуальных занятий подобных ограничений нет). Количество занятий в неделю (от 1 до 5 раз) и длительность курса зависит от его степени интенсивности.

Оплата курсов осуществляется авансом за две очередные недели обучения, стоимость курсов различается для разных языков, а стоимость индивидуального обучения выше группового.

Требуется создать компьютерную систему, автоматизирующую управление деятельностью курсов. Создаваемая система хранит информацию о преподаваемых языках, группах, слушателях, их посещаемости и оплате. В случае, когда некоторый слушатель прекращает посещать и оплачивать курсы, он исключается из соответствующей группы.

В начале очередного двухнедельного периода обучения система рассматривает поступившие *заявки на обучение* от новых и старых слушателей. В заявке указывается фамилия слушателя, язык, уровень и интенсивность обучения. В зависимости от поступивших заявок и численности уже существующих групп, система организует новые группы, дополняет старые группы новыми слушателями и/или реформирует старые группы, объединяя в одну несколько групп – так что численность групп остается близкой к оптимальной. В случае невозможности подобрать группу для нового слушателя система предлагает ему индивидуальные занятия, сохраняя тем не менее его заявку – с тем, чтобы через две недели вновь попробовать подобрать ему подходящую группу. По окончании установленного курса его слушатели автоматически переводятся на следующий уровень изучения языка (если они оплачивают очередной двухнедельный период и не подают другой заявки).

Необходимо испытать построенную систему менеджмента языковых курсов, задав некоторое их начальное состояние (языки изучения, слушатели, группы) и смоделировав поток заявок на обучение от новых слушателей. Цель моделирования – сбор статистики для анализа работы курсов, период моделирования –  $M$  месяцев ( $3 \leq M \leq 12$ ), шаг моделирования – две недели.

Поток поступающих заявок на обучение следует моделировать статистически: случайными величинами являются количество заявок на очередном шаге моделирования и все составляющие каждой заявки: нужный иностранный язык, его уровень, интенсивность обучения. Прекращение обучения слушателей на курсах (в том числе досрочное) также следует моделировать как случайное событие, происходящее с определенной вероятностью.

В ходе моделирования должна быть возможность просмотреть информацию о текущей работе языковых курсов: о слушателях, группах, их численности и расписании, стоимости курсов и произведенной оплате и т.д. По окончании моделирования следует вывести статистику их работы в течение всего периода моделирования, в том числе – число слушателей каждого языка и уровня, число групп, средняя их численность и т.п.

### **Вариант 35**

#### ***Автозаправочная станция, реализующая три вида бензина***

Для каждого вида бензина задается вероятность его использования. Модель останавливается при израсходовании одного из видов бензина. *Варьируемые параметры:* запасы каждого вида бензина, вероятности использования каждого из видов. *Наблюдаемые параметры:* валовая прибыль, нереализованные остатки.

### **Вариант 36**

## ***Моделирование инвестиций в строительство***

Требуется разработать программную систему для игры, в которой участвуют  $N$  ( $2 \leq N \leq 5$ ) игроков-людей или игроков-программ. Каждый из участников игры считается управляющим *инвестиционного фонда*, осуществляющего вложение капитала в строительство жилых домов и супермаркетов в некотором городе.

Для рассматриваемого города известны средние стоимости и сроки строительства домов (можно рассмотреть несколько типов домов – панельные, монолитные, кирпичные) и супермаркетов, например: стоимость строительства дома – от 8 млн. у.е., срок строительства – от 7 месяцев; стоимость строительства супермаркета – от 2.5 млн. у.е., срок – от 5 месяцев. Известен также обычный *спрос на жилье* (количество квартир в месяц), который зависит от сезона года (возрастает с весны и максимален осенью), а также средний *уровень продаж* (прибыль) в супермаркетах, который также зависит от сезона (возрастает с осени и максимален зимой).

В начале игры каждый игрок получает во владение одинаковую сумму денег, например, 37 млн. у.е., и определяет, в какие объекты и в каком количестве он будет инвестировать деньги. Предполагается, что дома и супермаркеты он строит в одном микрорайоне, так что строительство каждого дополнительного супермаркета может повышать спрос на рядом строящееся жилье, а строительство дополнительного дома может увеличивать уровень продаж в соседних супермаркетах. Цель игры – получить максимальную прибыль для вложенного капитала.

Каждый шаг игры соответствует одному месяцу, в начале которого выполняются следующие *операции* для каждого игрока: 1. выплата месячных затрат на строительство объектов в текущем месяце: предполагается, вложенная сумма равномерно расходуется в течение всего срока строительства каждого объекта;

2. получение дохода от продажи (в прошлом месяце) жилья в строящихся и уже построенных домах по ценам, заявленным в прошлом месяце;

3. получение прибыли от продажи (в прошлом месяце) товаров в уже действующих супермаркетах, согласно текущему уровню продаж.

4. определение объема выставляемого на продажу (в текущем месяце) жилья в строящихся и уже построенных домах и цен на кв.м. жилья (обычно цена растет в ходе строительства);

5. определение затрат на *рекламу* продаваемого жилья: считается, что каждая потраченная на рекламу 1 тыс. у.е. увеличивает объем продаваемого в этом и следующем месяце жилья на 0,5 %; 6. определение затрат на рекламу товаров в уже построенных супермаркетах: считается, что каждая потраченная на рекламу 0.5 тыс. у.е. увеличивает прибыль от продаж на 3%;

Важно, что продажа выставленного игроками жилья в строящихся и уже построенных домах происходит через одно *риэлторское агентство*, которое удовлетворяет текущий спрос на жилье (для каждого типа домов) в зависимости от заявленной игроками цены 1 кв.м. жилья, их затрат на рекламу и других рассмотренных выше факторов. Если в целом предложение превышает спрос, то предложение жилья с более низкой ценой удовлетворяется в первую очередь.

Общий капитал каждого игрока складывается из стоимости строящихся объектов (она равна потраченной сумме денег на их строительство), стоимости непроданного жилья в построенных домах (рассчитывается по себестоимости 1 кв.м.), стоимости построенных супермаркетов (на 60% выше потраченной на их строительство суммы) и вырученной в результате всех продаж суммы денег.

Игра заканчивается после установленного числа  $M$  шагов ( $6 \leq M \leq 24$ ), при этом побеждает тот игрок, который имеет наибольший общий капитал. В изменяемые параметры игры целесообразно включить  $M$  и  $N$ , а также

параметры строительства объектов разного типа, например, сроки и стоимость.

Описанная игра может быть усложнена за счет *задержек строительства* объектов, происходящие с некоторой вероятностью.

Создаваемая игровая программа должна включать:

- модуль, управляющий ходом моделирования и контролирующий соблюдение игроками правил игры;
- модуль, реализующий работу риэлторского агентства;
- несколько модулей-игроков, реализующих разные стратегии игры.

В ходе игры игрокам должна быть доступна информация о строящихся и построенных объектах других игроков и проданном ими жилье.

## **Вариант 37**

### ***Система управления инвестиционным портфелем***

Создаваемая система реализует экономическую игру, участник которой – менеджер, управляющий работой некоторого *инвестиционного фонда*. Фонд осуществляет различные вложения собранных денежных средств с целью получения прибыли. Возможны вложения в срочные *депозиты* банков (валютные и рублевые), в *драгоценные металлы* (в золотые слитки и др.), в государственные *облигации*, в *акции* предприятий – все эти виды вложений различаются *доходностью* и *риском* (обычно доход пропорционален риску).

В начале игры устанавливается общий капитал фонда (например, 560 тыс. у.е.), и определяется его *портфель*, т.е. какая часть капитала фонда куда будет вкладываться. В портфеле не обязательно присутствуют все виды вложений (например, нет вложений в депозиты, если они мало доходны), в то же время допускается несколько разных вложений одного вида (например, вкладываются разные суммы в акции разных предприятий или в депозиты одного или нескольких банков).

В начале игры определена *внешняя конъюнктура* – возможные в текущий момент виды вложений и их условия, к примеру, известен процент

дохода по годовым депозитам некоторого банка, стоимость акций некоторой компании и их доходность и т.п.

Игра моделирует работу фонда в течение  $M$  месяцев ( $12 \leq M \leq 30$ ). Шаг моделирования – один месяц, в конце каждого месяца выполняется:

1. подсчет доходности по всем составляющим инвестиционного портфеля, определение общей суммы прибыли и процента доходности за этот месяц;
2. выплата государству налога на доход фонда (например, 17% от суммы прибыли);
3. учет новых поступивших денежных средств фонда (в частности, за счет продажи населению паев фонда);
4. учет расходов фонда (например, в случае возврата паев их держателями);
5. реструктуризация портфеля с учетом изменённой (на шагах 3 и 4) общей суммы капитала фонда и с учетом изменений во внешней конъюнктуре (например, новой стоимости акций).

Операции 1 и 2 выполняются автоматически, операция 5 – игроком-менеджером, а операции 3 и 4 могут выполняться как автоматически, так и игроком. Обычно поступление новых денежных средств в фонд (шаг 3) зависит от его доходности: чем выше доходность за месяц, тем больше спрос на паи фонда и наоборот – падение доходности влечет за собой обратную продажу (возврат) паев (шаг 4). *Реструктуризация* инвестиционного портфеля может включать, например, продажу части акций или покупку новых, а также вложения в новые депозиты.

При подсчете доходности фонда за месяц (шаг 1) учитывается, что доходность депозита и облигаций известна заранее, а доходность акций и драгоценных металлов определяется внешней конъюнктурой (текущей ценой). Текущую цену следует моделировать как цену прошлого месяца, скорректированную случайной величиной, изменяющейся в некотором диапазоне по определенному вероятностному закону. Аналогичным образом можно моделировать изменение процентных ставок по депозитам по окончании их срока и другие показатели внешней конъюнктуры.

Цель моделирования – выявление пропорций инвестиционного портфеля, позволяющих устойчиво получать прибыль и наращивать общий капитал инвестиционного фонда. В изменяемые параметры целесообразно включить число  $M$ , размер исходного капитала инвестиционного фонда, первоначальную структуру инвестиционного портфеля, процент налога на доход, а также диапазоны разброса случайных величин, от которых зависит изменение внешней конъюнктуры.

На каждом шаге игры игроку-менеджеру должны быть доступны все данные о состоянии дел инвестиционного фонда: суммарный капитал, общий доход и доход по отдельным статьям портфеля и др., а также информация о внешней конъюнктуре: цена акций, процентные ставки по депозитам и т.п. По окончании игры можно предусмотреть вывод дополнительных статистических данных о работе фонда, например, уровень продажи и возврата паев фонда.

### **Вариант 38**

#### ***Моделирование распространения вирусного заболевания***

Необходимо создать компьютерную модель распространения вирусного заболевания в стране из  $N$  ( $5 \leq N \leq 10$ ) городов трех типов, различающихся численностью населения (мегаполисов, средних городов и поселков городского типа). Распространение вируса в городе зависит от нескольких факторов:

- численности населения рассматриваемого города и его типа;
- насыщенности в нем внутригородского и междугороднего транспортного сообщения;
- процента заболевших людей в городе;
- процента населения, у которого сделаны профилактические прививки;
- сезона года (заболеваемость растет с сентября, а с марта она уменьшается).



Цель моделирования – выявление стратегий проведения прививок, которые позволяют минимизировать число заболевших вирусным заболеванием и избежать эпидемии в крупных городах (порог эпидемии – 45% заболевших). Период моделирования –  $M$  месяцев ( $6 \leq M \leq 24$ ), шаг моделирования – одна неделя. В параметры модели следует включить числа  $M$  и  $N$ , месяц начала моделирования (например, сентябрь), численность населения городов страны, насыщенность транспортного сообщения в каждом городе (можно задать ее как величину в интервале от 0 до 1), начальный процент заболевших людей и сделанных прививок в каждом городе, а также стоимость одной прививки и первоначальный размер денежного фонда страны, предназначенного для прививок (измеряются в у.е.).

На каждом шаге моделирования производятся следующие действия:

1. Принимается решение, в каких городах и в каком количестве сделать профилактические прививки (их количество должно допускаться текущим состоянием денежного фонда); профилактические прививки не делаются заболевшим, а сделанная прививка начинает действовать через три недели.

2. Пересчитывается процент заболевших в каждом городе и процент заболевших в стране, при этом, во-первых, учитывается выздоровление определенной части заболевших (считается, что заболевание длится 2 недели у 60% больных, у 15% – 3 недели, а у остальных – 1 неделя); во-вторых, учитывается распространение вируса и заболевание новых людей – их процент определяется всеми вышеперечисленными факторами.

3. Высчитывается текущий размер денежного фонда, при этом учитывается его убыль от сделанных (на этом шаге моделирования) прививок и выплат по временной нетрудоспособности для болеющего населения, а также прирост фонда за счет налоговых отчислений здоровой и работающей части населения городов (считается, что работоспособное население составляет 65% от всего населения города).

Шаги 2 и 3 выполняются автоматически, а шаг 1 – автоматически или пользователем системы моделирования. На шаге 2 процент заболевших людей определяется как случайная величина, закон распределения которой зависит от всех вышеперечисленных факторов. В частности, чем больше население города и насыщеннее его транспортное сообщение, тем выше процент заболевающих в нем при прочих равных условиях; а чем больше сделано профилактических прививок, тем меньше заболевающих.

Визуализация процесса распространения вируса должна предусматривать изображение городов страны в виде кругов (размер круга зависит от численности населения города), показ текущей заболеваемости (на каждом круге определенным цветом высвечивается часть, пропорциональная числу заболевшего населения), а также особую расцветку городов, в которых началась эпидемия. На каждом шаге моделирования должна быть также доступна более подробная информация о заболеваемости в каждом городе (число привитых, заболевших, здоровых людей и др.).

### **Вариант 39**

#### ***Модель контроля городской экологической обстановки***

Требуется создать компьютерную модель слежения за *экологической ситуацией* в городе, где работает  $N$  ( $5 \leq N \leq 12$ ) промышленных предприятий, а также зарегистрировано  $K$  тысяч ( $30 \leq K \leq 90$ ) автомобилей. Экологическая обстановка в городе зависит от общего объема вредных *промышленных выбросов* действующих предприятий и *выхлопов автомобилей*, а также от погодных условий (дождь и ветер убыстряют рассасывание вредных веществ в атмосфере). Известны площадь города, местоположение предприятий и расстояния между ними, налоговые отчисления каждого предприятия в городскую казну, а также допустимый объем их выбросов в атмосферу.

Городской департамент экологии добивается улучшения экологической обстановки в городе несколькими способами. Он может уменьшить число автомобилей на дорогах города (и соответственно, суммарный их выхлоп),

введя на определенный период *специальный режим движения* (например, по четным дням в городе могут ездить только автомобили с четными номерами, по нечетным – с нечетными номерами). Департамент может применять *штрафные санкции* к предприятиям, превысившим допустимую норму выбросов вредных веществ в атмосферу. Санкции включают *денежные штрафы* и полную или частичную *приостановку работы* предприятия на один или несколько дней.

Выплаченные штрафы пополняют денежный фонд города, из которого предприятиям могут субсидироваться средства на установку *очистных фильтров*. Установка одного фильтра требует определенной суммы (например,

30 тыс. у.е.) и выполняется за 7-10 дней. Фильтр уменьшает объем выброса на 7%. Денежный фонд пополняется также за счет налоговых отчислений работающих предприятий (измеряется в у.е.).

Цель компьютерного моделирования – исследовать влияние различных штрафных санкций, ограничений и субсидий на улучшение экологической обстановки в городе. В изменяемые параметры модели целесообразно включить числа  $K$  и  $N$ , начальный размер денежного фонда, значимые характеристики каждого предприятия (налоговые отчисления, допустимый выброс). Период моделирования – несколько месяцев, шаг моделирования – один день. Каждый шаг включает следующие действия:

1. Замеры текущих объемов выбросов для всех работающих предприятий; расчет (замер) концентрации вредных веществ в фиксированных точках города и сравнение ее с установленной для города допустимой величиной;
2. Расчет текущей суммы денежного фонда, при этом учитывается его остаток от ранее предоставленных субсидий и прирост за счет штрафов и налоговых отчислений работающих в рассматриваемый день предприятий;
3. Принятие решения о штрафных санкциях (штрафах и приостановке работы) по отношению к предприятиям, превысившим допустимую норму выбросов;

4. Принятие решения о введении специального режима движения автомобилей и срока его действия;
5. Принятие решения о субсидировании (на установку фильтров) предприятий, часто нарушающих допустимые объемы выбросов.

Операции 1 и 2 модели выполняются автоматически; операции 3-5 – автоматически или пользователем системы моделирования.

При расчете концентрации вредных веществ в атмосфере в рассматриваемый день следует учитывать *остаточную концентрацию* за прошлый день и суммарное загрязнение атмосферы за текущий день, которое дают выхлопы автомобилей и выбросы работающих в этот день предприятий. Загрязнение от автомобилей распределяется равномерно над городом, а от предприятий – равномерно падает с увеличением расстояния от него. Следует учесть также колебания дневного выброса вредных веществ на каждом предприятии – их можно рассматривать как случайную величину из некоторого диапазона. Считать также, что каждый день в городе двигаются только 75% от общего числа автомобилей, которым разрешено движение, и известен средний дневной объем выхлопа движущегося автомобиля. Остаточная концентрация рассчитывается как часть от концентрации прошлого дня, причем эта часть тем меньше, чем больше сила ветра и дождя (погодные условия также можно моделировать статистически).

Визуализация экологической обстановки должна включать изображение карты города, показ местоположения каждого предприятия и точек, где производятся замеры концентрации вредных веществ, а также разную расцветку карты в зависимости от степени загрязнения атмосферы. В ходе моделирования пользователю системы должна быть доступна информация об экологической обстановке за прошедшие дни, о принятых штрафных санкциях, выделенных субсидиях и введенных ограничениях движения транспорта.

### **ИМ: банки и предприятия**

В программе должна имитироваться деятельность нескольких банков и предприятий. Количество банков необходимо задать. В контрольном примере задать не менее 3-х банков и не менее 20 предприятий.

Предприятия характеризуются:

- 1) прибылью;
- 2) объемом производимых товаров и услуг;
- 3) издержками. Издержки подразделяются на переменные и постоянные.

Переменные издержки зависят от числа производимых товаров или услуг. К постоянным издержкам относятся аренда цеха, зарплата и др.

4) кредитами в банках (предприятие берет кредит в момент создания, а также может брать его периодически, для расширения производства). Предприятия выбирают банки по минимальной ставке кредита, однако банк может отказать предприятию (например, на выдачу кредита влияют время существования фирмы или объем ее денежного оборота; также нужно учесть фактор случайности);

5)\* связями друг с другом (поставщик, потребитель, конкурент) и с конечными потребителями (домохозяйствами), а также иными показателями, если они важны для реалистичности модели.

Все эти параметры не являются постоянными величинами: в среде есть изменяющийся спрос, издержки периодически возрастают или уменьшаются и т. п. Предприятия могут появляться (в случайный момент времени) и исчезать, если они не покрывают свои издержки. Если предприятие обанкротилось, не вернув кредит, банк терпит убытки.

Банки также являются предприятиями (для простоты они существуют в системе постоянно). Главная характеристика банков – ставка по кредитам (задается пользователем программы для каждого банка отдельно), а также объем средств, из которых банк выдает кредиты.

Показателем эффективности работы экономической области является ее ВВП (стоимость произведенных предприятиями товаров и услуг, кроме кредитов).

Необходимо:

1. Визуализировать систему так, чтобы за изменениями можно было следить в реальном времени: на форму надо отображать прибыль и издержки каждого предприятия, включая банки, в графическом виде (например, в виде небольших столбчатых диаграмм, распределенных по форме).

2. Показать, что если риск банкротства предприятия высок, то более оптимальной (с точки зрения прибыли банка) является высокая ставка по кредитам, а если риск низок – то низкая. Смоделировать такие ситуации и показать, что ВВП будет выше во втором случае.

3\*. Промоделировать систему при наличии такого элемента среды, как множество домохозяйств. Домохозяйства являются конечными потребителями всех товаров и услуг, создаваемых в системе (включая кредиты), а прибыль домохозяйств зависит от прибыли предприятий, на которых работают члены домохозяйств (то есть это система с обратной связью). Показать, что такая система может быть как стабильной, так и приводящий к кризису. Какой из факторов, приводящих к кризису, самый значительный?

## **Вариант 41**

### **Имитация игры в шахматы «вслепую»**

Создать программу, имитирующую **игру в шахматы «вслепую»**. Программа должна имитировать действия «противника». Противник должен отрабатывать результаты ваших ходов и выполнять ответный ход случайным образом.

Разработать объектную структуру программы. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод ходов и команд (например, начала и завершения партии). Необходимо сформировать протокол игры с выдачей его

по завершении и запоминанием его «для истории». Обеспечить вывод результатов данных разными способами: текстовый файл, файл XML, таблица БД и т. д. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.

## **Вариант 42**

### **Имитация карточной игры «Дурак подкидной»**

Создать объектную структуру, подходящую для игры нескольких человек в **карты** (например, «Дурак подкидной»).

Описать правила игры и применить их в логике программы. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод ходов и команд. Необходимо сформировать протокол игры с выдачей его по завершении и запоминанием «для истории» и с возможностью дальнейшей обработки статистики. Обеспечить вывод данных 3-мя способами: текстовый файл, файл XML и таблица БД. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.

## **Вариант 43**

### **Имитация игры в шашки «вслепую»**

Создать программу, имитирующую **игру в шашки «вслепую»**. Программа должна имитировать действия «противника». Противник должен отрабатывать результаты ваших ходов и наносить ответный удар случайным образом.

Разработать объектную структуру программы. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод ходов и команд. Необходимо сформировать протокол игры с выдачей его по завершении и запоминанием его «для истории» и с возможностью дальнейшей обработки статистики. Обеспечить вывод результатов данных разными способами: текстовый файл, файл XML, таблица БД и т. д. Программа должна быть реализована с помощью

технологии Windows Presentation Foundation.

#### **Вариант 44**

##### **Имитация карточной игры «Дурак переводной»**

Создать программу, имитирующую карточную игру **«Дурак переводной»**. Описать правила игры. Применить их в логике программы.

Создать объектную структуру, подходящую для игры нескольких человек в **карты**. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод ходов и команд. Необходимо сформировать протокол игры с выдачей его по завершении и запоминанием «для истории» (Сбора статистики). Обеспечить вывод данных 3-мя способами: текстовый файл, файл XML и таблица БД. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.

#### **Вариант 45**

##### **Имитация игры в морской бой**

Создать программу, имитирующую **игру в морской бой**. Программа должна имитировать действия «противника». Противник отрабатывает результаты ваших ходов и наносит ответный удар случайным образом (а можно и по «простейшей» логике: «нашупал» корабль – должен его «потопить»).

Разработать объектную структуру программы. Пользовательский интерфейс должен обеспечивать ввод ходов и команд (например, начального размещения кораблей, начала и завершения партии). Необходимо сформировать протокол игры с выдачей его по завершении и запоминанием его «для истории» и с возможностью дальнейшей обработки статистики. Обеспечить вывод результатов данных разными способами: текстовый файл, файл XML, таблица БД и т. д. Программа должна быть реализована с помощью технологии Windows Presentation Foundation.