Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Н. В. Замятин

РЫНКИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Томск
2017

Корректор: А. Н. Миронова

Замятин Н. В.

Рынки информационно-коммуникационных технологий : методические указания по выполнению лабораторных работ / Н. В. Замятин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 37 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Рынки информационно-коммуникационных технологий» составлены с учетом требований ФГОС ВО третьего поколения по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика».

© Замятин Н. В., 2017
© Оформление.
ФДО, ТУСУР, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
1 Лабораторная работа № 1 «Математическая модель дуополии коммерческого и некоммерческого производителей на рынке интеллектуального продукта» 5
1.1 Теоретические сведения 5
1.2 Задание на лабораторную работу 12
1.3 Варианты на лабораторную работу 13
1.4 Контрольные вопросы 13
1.5 Содержание отчета 14
2 Лабораторная работа № 2 «Мультиагентная модель диффузии инноваций на рынках ИКТ» 15
2.1 Теоретические сведения 15
2.2 Задание на лабораторную работу 20
2.3 Ход работы 20
2.4 Варианты заданий 29
2.5 Контрольные вопросы 30
2.6 Содержание отчета 30
Рекомендованная литература 31
Приложение А
Работа в редакторе электронных таблиц Microsoft Excel для выполнения расчетов в рыночной экономике 32

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины «Рынки информационно-коммуникационных технологий» – изучение теоретических основ построения систем искусственного интеллекта как совокупности формализованных знаний об определенной предметной области, представленных в виде фактов, правил, фреймов, онтологий, семантических сетей. В рамках изучения дисциплины осуществляется знакомство с понятиями и видами искусственного интеллекта, функциями и средствами описания систем искусственного интеллекта, спецификой предоставления, а также методами построения систем искусственного интеллекта.

Для достижения перечисленных целей при изучении дисциплины ставятся следующие задачи:

– развитие у студентов системного видения организации профессиональной деятельности на рынке информационных услуг и продуктов;

– формирование способностей проведения комплексной оценки качества информационных услуг и продуктов;

– выработка практических навыков разработки стратегии позиционирования фирмы сферы информационного бизнеса в условиях современной конкурентной среды.

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
«Математическая модель дуополии коммерческого и некоммерческого производителей на рынке интеллектуального продукта»

Цель работы: изучить способы определения эффективной цены на программный продукт в ситуации конкуренции на рынке ИКТ коммерческого и некоммерческого разработчиков программного продукта.

1.1 Теоретические сведения

Статистический анализ рынка серверных операционных систем показывает, что в настоящее время происходит жесткая конкуренция коммерческого продукта Windows и некоммерческого продукта Linux. Операционные системы Windows и Linux занимают самые крупные ниши рынка, оставляя на долю MacOS лишь весьма незначительный рынок графических рабочих станций, при этом доля UNIX-систем неуклонно уменьшается.

Сравнение операционных систем Windows и Linux

Программное обеспечение делится на 2 большие категории: платное ПО и бесплатное ПО. Платное программное обеспечение подразумевает под собой плату за лицензию на его использование.

Самым известным и широко используемым платным ПО является операционная система Windows. Также платным является использование популярных программ пакета Microsoft Office – Word, Excel, Outlook и др.

Альтернативой платному ПО является свободное программное обеспечение. Самой известной свободной операционной системой является GNU/Linux.

Linux отдали предпочтение такие компании, как Intel, IBM, Hewlett-Packard, Motorolla, Nokia, Oracle, Google, Raiffeisen Bank, Boeing и многие другие. Они поддерживают разработчиков Linux, вкладывая сотни миллионов

долларов в разработку и улучшение этой операционной системы и программ для нее.

Операционная система MS Windows разрабатывается и поддерживается одной единственной компанией – Microsoft corporation. Ей же принадлежат авторские права на этот продукт, и она же взимает плату за использование ОС Windows путем продажи лицензии, бесплатного использования компания Microsoft не допускает. В Windows графическая среда пользователя является неотъемлемой частью ОС. Windows в варианте без графической среды (консольный режим) попросту не существует. MS Windows как конечный продукт состоит из собственно ОС и небольшого набора прикладных программ, имеющих скромную функциональность, для решения каких-либо задач нужно дополнительно устанавливать прикладные программы.

Плюсы ОС MS Windows:

– поддержка большого ассортимента компьютерного оборудования с необходимыми драйверами;

– большое количество прикладных программ (более ста тысяч наименований);

– большое количество специалистов, хорошо знающих семейство ОС Windows.

Минусы ОС MS Windows:

– сравнительно высокая стоимость. Варианты Windows, независимые от компьютера имеют цену ближе к 200 долл. США и выше. Это стоимость Windows только для одного компьютера;

– существует большое количество вредоносных программ (компьютерные вирусы) для воздействия на эту ОС. Для версии Windows XP это особо серьезная проблема, которая вынуждает конечного пользователя нести дополнительные расходы на покупку хорошей антивирусной программы либо на обращение к специалистам в случаях, когда вредоносные

программы делают невозможной нормальную работу ОС Windows. Эту проблему можно уменьшить за счет квалифицированной настройки ОС Windows и аккуратного ее использования в ситуациях риска, главная из которых Интернет;

– жесткая зависимость от разработчика. ОС Windows распространяется только в бинарном виде, который труднодоступен для изменения, но более того, компания Microsoft вообще запрещает вносить какие-либо изменения в рабочие коды ОС Windows.

GNU/Linux – это ОС, разрабатываемая и поддерживаемая десятками, если не сотнями компаний в разных странах мира и тысячами программистов. Права на эту ОС переданы в общественную собственность. И хотя в мире есть много компаний, предоставляющих платную техническую поддержку этой ОС, само использование GNU/Linux не оговаривается финансовыми условиями.

GNU/Linux – это ОС текстового (консольного) режима, а графическая среда – это отдельный программный продукт, подобно текстовому редактору или видеопроигрывателю. Программ, которые реализуют графическую среду для ОС GNU/Linux, более 10, но широко используются только две – GNOME и KDE.

GNU/Linux в чистом виде, как ОС, распространяется лишь в узкоспециальных областях применения, а для общего применения используются дистрибутивы, состоящие из ОС GNU/Linux, графической среды пользователя и набора прикладных программ, т. е. существует готовая к практическому использованию система, в которую ничего больше не нужно добавлять.

Linux никому конкретно не принадлежит и существуют разные графические среды и разные прикладные программы, вследствие этого сотни компаний или даже просто группы частных лиц предлагают десятки дистрибутивов Linux.

Плюсы ОС GNU/Linux:

– сравнительно низкая стоимость;

– отсутствие, по крайней мере на сегодняшний день, вредоносных программ для этой платформы;

– независимость от разработчика. Если требуется какая-то функциональность, отсутствующая в ОС Linux, ее можно добавить, потому что ОС Linux распространяется не только в бинарном виде, но и в исходных кодах, причем нет никаких запретов на модификацию этих исходных кодов.

Минусы ОС GNU/Linux:

– значительно худшая, чем для платформы Windows, поддержка компьютерного оборудования, в особенности внешнего, такого как принтеры или USB-устройства;

– значительно меньшее, чем для платформы Windows, количество прикладных программ. Под ОС Linux пока нет ни соответствующих версий многих известных программ, ни сопоставимых по функциональности других программ. К таким прикладным программам относятся продукты компании Adobe, экономические программы 1С, программа инженерного проектирования AutoCAD, программы распознавания текстов (FineReader). Под ОС Linux есть и графические редакторы, и программы моделирования/проектирования, но они сильно уступают другим лидерам ОС;

– меньшее, чем для платформы Windows, количество специалистов.

Как видно, у обеих систем есть свои плюсы и минусы, поэтому эти составляющие рынка операционных систем целесообразно выбрать в качестве исследования в лабораторной работе. Стоимость внедрения некоммерческой серверной операционной системы Linux ниже, чем аналогичной коммерческой Windows в предположении, что стоимость технического обслуживания (администрирования) для двух платформ одинакова. Поэтому стоимость владения серверной операционной системой Linux ниже по сравнению с Windows. При использовании Linux затраты на оплату труда

системных администраторов, как правило, выше, но ненамного (для модельной организации разница составляет около 10 000 долл. США в год) [2].

Суммарные расходы на программное обеспечение при внедрении операционной системы Linux состоят примерно из 100 долл., которые тратятся на серверную лицензию. Суммарные расходы на программное обеспечение при внедрении операционной системы Windows складываются из стоимости лицензий на серверную операционную систему клиентских лицензий.

Установка одного сервера под управлением Linux обходится в 6 000 долл. за сам сервер и 250 долл. за его установку. Установка четырех серверов под управлением Windows обойдется в 25 000 долл. В предположении, что стоимость технического обслуживания (администрирования) для двух платформ одинакова, приходим к очевидному выводу о существенно более низкой стоимости владения серверной операционной системой Linux по сравнению с Windows.

Практика показывает, что программные продукты, распространяемые на условиях открытого лицензионного соглашения GNU (например, операционная система Linux и web-сервер Apache), превосходят своих коммерческих конкурентов (соответственно, Windows и Internet Information Server), помимо стоимости владения, по крайней мере, еще по двум параметрам:

– количеству дефектов;

– скорости реакции на сообщения пользователей о найденных дефектах.

Существует высокая конкуренция коммерческого и некоммерческого программного обеспечения на рынке серверных продуктов (серверных операционных систем, web-серверов и т. п., где коммерческие и свободные продукты делят рынок приблизительно поровну), поскольку пользователи этих продуктов – системные администраторы и профессиональные

программисты – способны полноценно использовать возможности изучения открытого кода и его модификации.

На рынке клиентских продуктов пользователи, как правило, не ощущают преимуществ от использования открытого кода, поскольку, не обладая квалификацией разработчика, невозможно ни разобраться в «устройстве» продукта, ни модифицировать его под свои нужды (так, например, число инсталляций свободного офисного пакета OpenOffice не сравнимо с числом инсталляций его коммерческого аналога – Microsoft Office).

В качестве коммерческого продукта выберем операционную систему Microsoft Windows, а его некоммерческий аналог – Linux.

Microsoft, производитель операционной системы Windows, стремится максимизировать свою прибыль, устанавливая цену лицензии на использование своего продукта, в отличие от партнерства разработчиков операционной системы Linux, распространяемой свободно (т. е. бесплатно и с возможностью изменения исходных кодов на условиях copyleft).

Допущения:

– изначально пользователь ориентирован на использование коммерческого продукта (Windows), и только его высокая цена может заставить пользователя приобрести альтернативный некоммерческий продукт (Linux);

– переменные издержки будем считать нулевыми (действительно, стоимость изготовления копии программного продукта на компакт-диске или ее размещения в Интернете пренебрежимо мала по сравнению с затратами на проектирование и разработку);

– каждый пользователь приобретает один и только один продукт: или Windows, или Linux (т. е. одновременная установка двух операционных систем не практикуется – на рынке серверных операционных систем данное предположение вполне соответствует действительности);

– распространением пиратских копий в данной модели пренебрежем.

Обозначения:

C – цена лицензии на право использования серверной операционной системы Windows;

$q_{\max}$ – емкость рынка;

$x_W(c)$ – количество пользователей Windows при цене лицензии, равной C ден. ед.;

$x_L(c)$ – количество пользователей Linux при такой цене лицензии Windows;

d – постоянные издержки, которые Microsoft относит на производство серверных операционных систем Windows;

$\text{Ï}_W(c)$ – прибыль коммерческого производителя Microsoft от продаж.

Примем, что функция спроса на Windows линейна:

$$x_W(c) = q_{\max} - bc,$$

где $b > 0$, а все пользователи на рынке, которые не приобрели Windows, бесплатно устанавливают Linux:

$$x_L(c) = q_{\max} - x_W(c) = bc.$$

Необходимо максимизировать прибыль коммерческого производителя в конкуренции с некоммерческим. Задача линейного программирования, которая стоит перед корпорацией Microsoft, – это максимизация прибыли:

$$\text{Ï}_W(c) = cx_W(c) - d = c(q_{\max} - bc) - d \to \max,$$

путем установления цены лицензии C, потому что оптимальная цена лицензии доставляет производителю коммерческого продукта наибольшую прибыль в ситуации конкуренции с некоммерческим продуктом.

Оптимальная цена лицензии

$$c^* = \frac{q_{\max}}{2b}$$

соответствует точке максимума квадратичной функции

$$\text{Ï}_W(c) = c(q_{\max} - bc) - d = -bc^2 + q_{\max}c - d.$$

При такой цене лицензии Windows спрос на эту операционную систему составит

$$x_W^* = x_W(c^*) = q_{\max} - bc^* = \frac{q_{\max}}{2},$$

при этом спрос на Linux будет равен

$$x_L^* = x_L(c^*) = q_{\max} - x_W(c^*) = \frac{q_{\max}}{2},$$

а прибыль Microsoft –

$$\text{Ï}_W^* = \text{Ï}_W(c^*) = c^* x_W(c^*) - d = \frac{q_{\max}^2}{4b} - d.$$

1.2 Задание на лабораторную работу

1. Построить линейные зависимости спроса на операционную систему от цены на лицензию для коммерческого $x_W(c)$ и некоммерческих $x_L(c)$ производителей и найти равновесную точку.

2. Построить зависимость прибыли для коммерческого производителя от емкости рынка и определить эффективную стоимость лицензии.

3. Вывести зависимость максимизации прибыли от продажи лицензии для коммерческого производителя.

4. Доказать, воспользовавшись материалом [2],что оптимальная цена лицензии будет равна $c^* = \frac{q_{\max}}{2b}$ и рынок будет делиться пополам.

5. Сформулировать выводы относительно выгод конкуренции коммерческих и некоммерческих производителей для потребителей операционных систем и производителей.

6. Расчеты и построение независимостей выполнить в пакете Excel (методика работы приведена в приложении).

1.3 Варианты на лабораторную работу

Выбор варианта лабораторной работы осуществляется по общим правилам с использованием следующей формулы:

$$\boldsymbol{V = (N \times K)\ \mathrm{div}\ 100,}$$

где V – искомый номер варианта,

N – общее количество вариантов (= 20),

div – целочисленное деление,

при $V = 0$ выбирается максимальный вариант,

K – код варианта.

Номер варианта	Цена лицензии C	Издержки d	Объем рынка q_{max}
1	100	100 000	1 000
2	110	100 000	1 000
3	120	100 000	1 000
4	130	100 000	1 000
5	140	100 000	1 000
6	150	100 000	1 000
7	160	100 000	1 000
8	170	100 000	1 000
9	180	100 000	1 000
10	190	100 000	1 000
11	1 000	1 000 000	2 000
12	1 100	1 000 000	2 000
13	1 200	1 000 000	2 000
14	1 300	1 000 000	2 000
15	1 400	1 000 000	2 000
16	1500	1 000 000	2 000
17	1 600	1 000 000	2 000
18	1 700	1 000 000	2 000
19	1 800	1 000 000	2 000
20	1 900	1 000 000	2 000

1.4 Контрольные вопросы

1. В чем заключаются плюсы владение ОС Windows?
2. В чем заключаются недостатки владения ОС Linux?

3. К каким видам рынков относится рынок ИКТ?

4. Что такое объем рынка?

5. Почему переменные издержки при производстве программных продуктов пренебрежимо малы?

1.5 Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Краткие теоретические сведения.

3. Вывод выражения для оптимальной стоимости лицензии.

4. Определение зависимости значений спроса для коммерческой и некоммерческой операционных систем.

5. Определение зависимости прибыли от стоимости лицензии.

6. Выводы по результатам лабораторной работы.

7. Ответы на контрольные вопросы.

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2
«Мультиагентная модель диффузии инноваций на рынках ИКТ»

Цели работы: изучить методологию моделирования диффузии (распространения) инноваций; приобрести практические навыки работы с системой AnyLogic (свободный доступ, http://www.anylogic.ru/) при построении агентных моделей распространения диффузий инноваций в виде программного продукта. В данной лабораторной работе предлагается изучить агентный подход моделирования сложных систем в виде рынка информационно-коммуникационных технологий.

2.1 Теоретические сведения

За последние полвека накоплен достаточно большой опыт экономико-математического моделирования процесса распространения инновационных продуктов на рынке информационно-коммуникационных технологий.

Схема движения потребителей инновационного продукта между сегментами рынка ИКТ представлена на рисунке 2.1, где

$T(t)$ – суммарное число индивидов на рынке в момент времени t;

$M(t)$ – суммарное число потенциальных потребителей инновационного продукта на рынке в момент времени t;

$N(t)$ – суммарное число действующих потребителей инновационного продукта на рынке в момент времени t;

$m(t) = \dfrac{dM(t)}{dt}$ – число индивидов, переходящих за бесконечно малый промежуток времени dt с неохваченного рынка на потенциальный;

$n(t) = \dfrac{dN(t)}{dt}$ – скорость распространения инновации – число индивидов, переходящих за бесконечно малый промежуток времени dt с потенциального рынка на охваченный В теории инноваций под диффузией инноваций

понимается решение $N = N(t)$ задачи Коши для дифференциального уравнения:

$$\frac{dN}{dt} = f\left(t, N(t)\right) \tag{2.1}$$

с начальным условием

$$N(0) = N_0,$$

где t – время;

$N(t)$ – объем распространения инновации к моменту t (который определяется обычно количеством проданных экземпляров или количеством действующих потребителей инновационного продукта);

$f\left(t, N(t)\right)$ – функция, определяющая формулой диффузионной кривой и отражающая определенные предположения о природе процесса распространения инноваций.

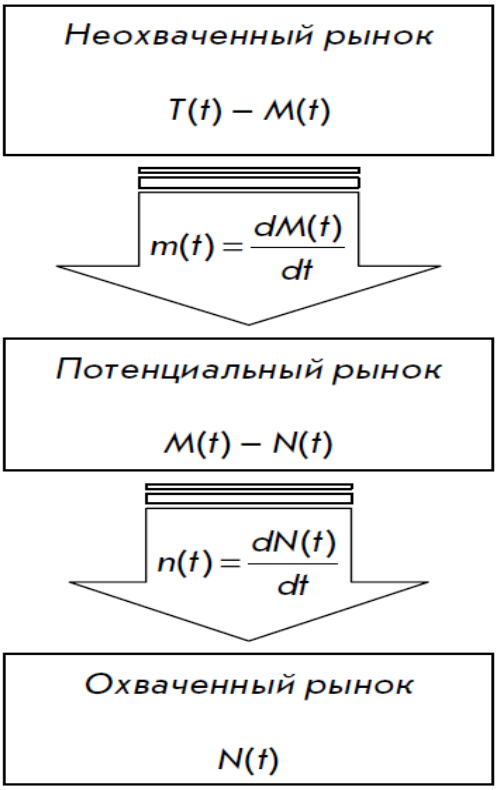

Рис. 2.1 – Перемещение потребителей
между сегментами инновационного рынка ИКТ

При этом предполагается обычно, что функция $N(t)$ непрерывна и дифференцируема при всех неотрицательных t, а функция $f\left(t, N(t)\right)$ унимодальна.

Базовая модель диффузии инноваций представляется следующим образом:

$$\frac{dN}{dt} = g\left(t, N(t)\right)\left(M - N(t)\right). \tag{2.2}$$

В этой модели общее число потенциальных потребителей инновации M неизменно во времени, а скорость распространения инновации dN/dt в каждый момент времени пропорциональна объему потенциального рынка $M - N(t)$.

По мере увеличения общего числа действующих потребителей инновационного продукта $N(t)$ и соответственно уменьшения числа потенциальных потребителей $M - N(t)$ скорость распространения инновации снижается.

Функция $g\left(t, N(t)\right)$ в модели (2.1) в теории инноваций называется скоростью адаптации, обычно интерпретируется как вероятность того, что потенциальный потребитель инновационного продукта приобретет его в момент t, и считается линейной функцией $N(t)$:

$$g\left(t, N(t)\right) = a + bN(t). \tag{2.3}$$

Подстановка скорости адаптации в базовую модель диффузии инноваций (2.2) дает следующее обыкновенное дифференциальное уравнение фундаментальной модели диффузии инноваций:

$$\frac{dN}{dt} = \left(a + bN\right)\left(M - N\right). \tag{2.4}$$

Параметры a и b в фундаментальной модели диффузии инноваций (2.4) отражают соответственно степень внешних и внутренних воздействий

на скорость адаптации и, следовательно, на скорость распространения инновации.

Внешние влияния на скорость адаптации определяются потребностью пользователей в инновациях и уровнем маркетинговых и рекламных коммуникаций, чему соответствует слагаемое $a(M - N)$ в правой части (2.4).

Внутренние влияния на скорость адаптации обусловлены коммуникациями между действующими пользователями инновации и потенциальными потребителями (в результате которых потенциальным потребителям передается информация об инновационном продукте), и этому соответствует слагаемое $bN(t)(M - N)$.

В этой лабораторной работе нужно исследовать влияние внешних воздействий в виде рекламы на продвижение инноваций (программного продукта) при $b = 0$, тогда:

$$\frac{dN}{dt} = a\left(M - N\right). \tag{2.5}$$

Разделяя переменные в уравнении (2.5), имеем

$$\int \frac{dN}{M - N} = \int a\,dt,$$

решение:

$$\ln\left(M - N\right) = -at + \mathrm{Const}$$

$$\text{или } N(t) = M - e^{-at + \mathrm{Const}}.$$

Постоянная интегрирования определяется из начального условия (2.1), и окончательно рост охвата рынка во времени (рис. 2.2) описывается функцией:

$$N(t) = M - \left(M - N_0\right)e^{-at}.$$

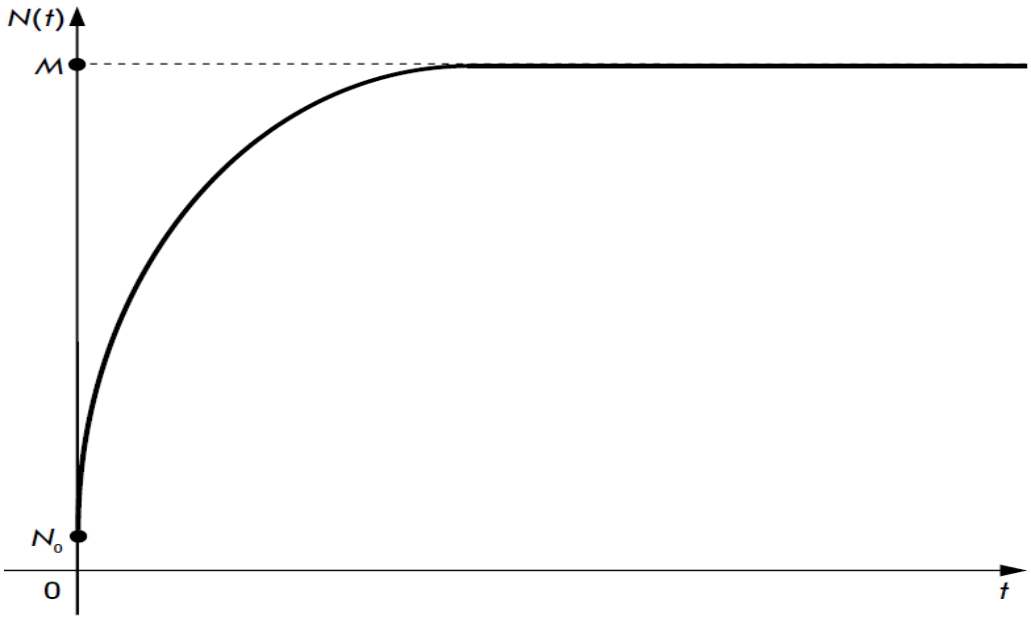

Рис. 2.2 – Рост объема охваченного рынка
в моделях внешнего влияния

Агенты в AnyLogic. Агент – это некоторая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, принимающая решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействующая с окружением и другими агентами, а также сама при этом изменяющаяся. При помощи агентов целесообразно моделировать рынки ИКТ (агенты – производитель программного продукта и потенциальный пользователь). Активный объект имеет параметры, которые можно изменять извне, переменные, которые можно считать памятью агента, а также поведение (рис. 2.3).

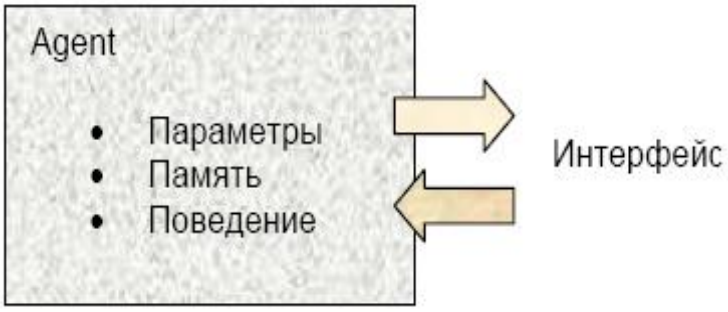

Рис. 2.3 – Параметры объекта

2.2 Задание на лабораторную работу

Создайте классическую модель распространения (диффузии) инноваций и те ее расширения, которые демонстрируют возможности AnyLogic для создания агентных моделей.

Внимание! Ход лабораторной работы описан при использовании инструмента для имитационного моделирования AnyLogic версии 5.4.1. Производители непрерывно совершенствуют свой программный продукт, поэтому на сайте вы сможете скачать самую новую версию. Помните, что перед вами не инструкция, а указания по выполнению лабораторной работы. В случае затруднений при работе с программой обращайтесь к учебным материалам сайта [4] и в службу поддержки (https://www.anylogic.ru/resources/support/).

2.3 Ход работы

1. Создайте проект для своей модели и сохраните его в папке.

Первым действием при создании агентной модели является создание агентов. Для каждого агента задается набор правил, согласно которым он взаимодействует с другими агентами; это взаимодействие и определяет общее поведение системы. В данной работе агентами будут пользователи программного продукта. Создадим агентную модель с помощью Мастера создания модели.

Шаг 1. Щелкните мышью по кнопке панели инструментов «Создать». Выберите путь «Agent» – «Параметры» – «Память» – «Поведение» – «Интерфейс». Появится диалоговое окно «Новая модель». Задайте имя новой модели. Щелкните мышью по кнопке «Далее».

Шаг 2. Выберите шаблон модели (рис. 2.4). В связи с тем, что создаем новую агентную модель, то нужно установить флажок «Использовать шаблон модели» и выбрать «Агентная модель» в расположенном ниже

списке «Выберите метод моделирования». Щелкните мышью по кнопке «Далее».

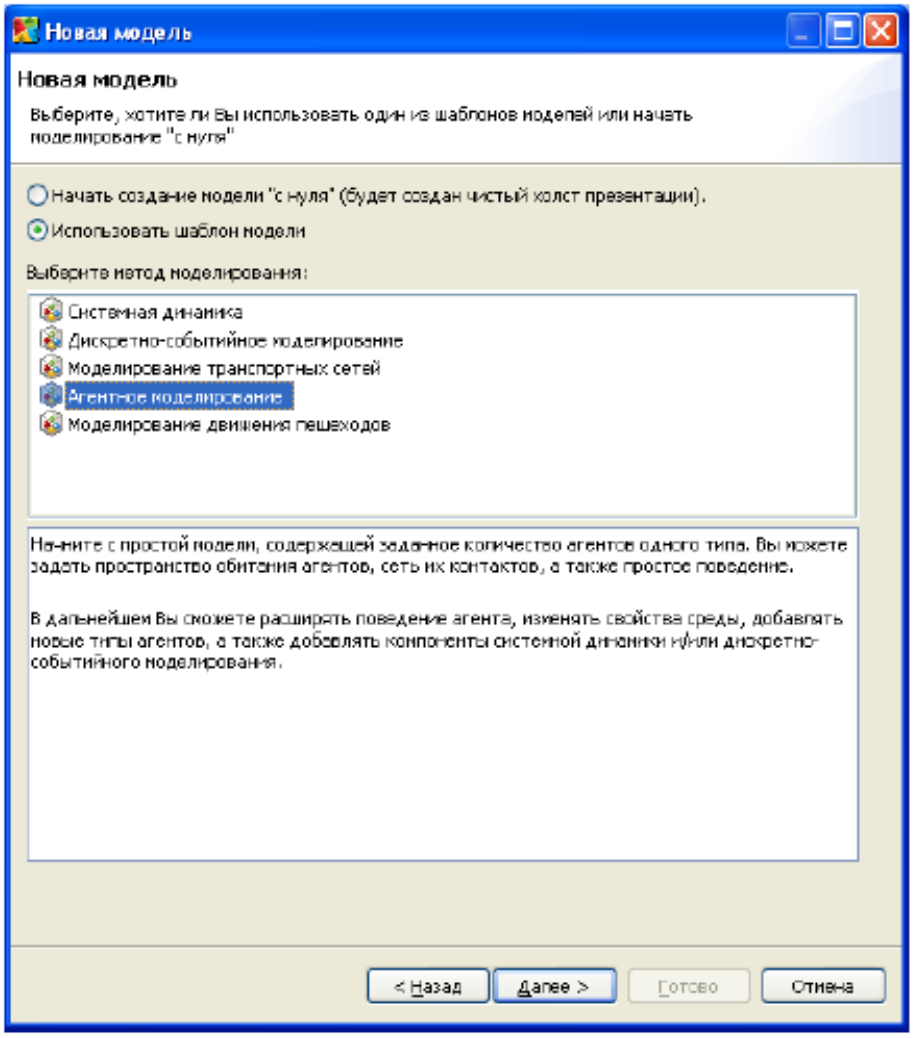

Рис. 2.4 – Выбор шаблона модели

Шаг 3. Создайте агентов, т. е. задайте имя класса агента и количество агентов, которое будет изначально создано в нашей модели. Задайте в качестве имени класса Person и введите в поле «Начальное количество пользователей программного продукта (агентов)» – 1000. Щелкните мышью по кнопке «Далее».

Шаг 4. Задайте свойства пространства, в котором будут обитать агенты и выберите фигуру анимации агента. Установите флажок «Добавить пространство» и выберите ниже тип этого пространства – «Непрерывное».

Задайте размер данного пространства: введите в поле «Ширина» значение «600», а в поле «Высота» – «350». В результате агенты будут располагаться каким-то образом в пределах непрерывного пространства, отображаемого на презентации модели 65 областью размером 600×350 пикселей. Не меняйте значения, выбранные в выпадающих списках «Начальное расположение» и «Анимация».

Пусть агенты изначально расставляются по пространству случайным образом, а анимируются с помощью фигурки человечка. Щелкните мышью по кнопке «Далее».

Шаг 5. Задайте сеть взаимосвязей агентов (рис. 2.5). Установите флажок «Использовать сеть» и оставьте выбранной опцию «Случайное». Ниже можно установить флажок «Показывать связи», чтобы отображать на презентации связи между знакомыми (или потенциально могущими встретиться и пообщаться) агентами с помощью линий. Щелкните мышью по кнопке «Далее».

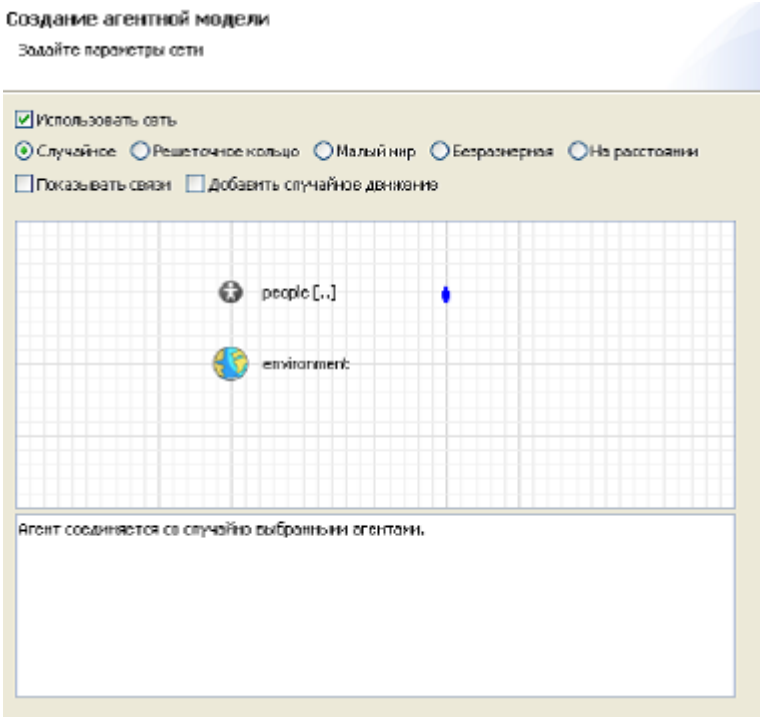

Рис. 2.5 – Задание сети взаимосвязей агентов

Шаг 6. Установите флажок «Добавить простое поведение». В результате у агента будет создана диаграмма состояний.

2. Задайте характеристики агента.

Характеристики агента задаются с помощью параметров класса. Все агенты обладают общей структурой, поскольку все они задаются объектами одного класса. Параметры же позволяют задавать характеристики индивидуально для каждого агента.

Создадим параметр, задающий подверженность пользователя влиянию рекламы. Откройте структурную диаграмму класса Person. Перетащите элемент «Параметр» из палитры «Основная» на диаграмму класса, в окне свойств параметра задайте имя AdEffectiveness, значение по умолчанию – 0.011.

3. Задайте поведение агента.

Поведение агента обычно описывается в классе этого агента (в этой модели – класс Person) с помощью диаграммы состояний (стейтчарт). Мастер создания моделей уже создал простейшую диаграмму состояний из двух состояний, между которыми существует два разнонаправленных перехода. Изменим данный стейтчарт.

1. Откройте структурную диаграмму класса Person. На диаграмме класса видно следующую диаграмму состояний (рис. 2.6).

2. Откройте свойства верхнего состояния, переименуйте верхнее состояние в PotentialAdopter. Это начальное состояние. Нахождение стейтчарта в данном состоянии означает, что пользователь еще не купил программный продукт.

3. Нижнее состояние назовите Adopter (т. е. пользователь уже купил программный продукт).

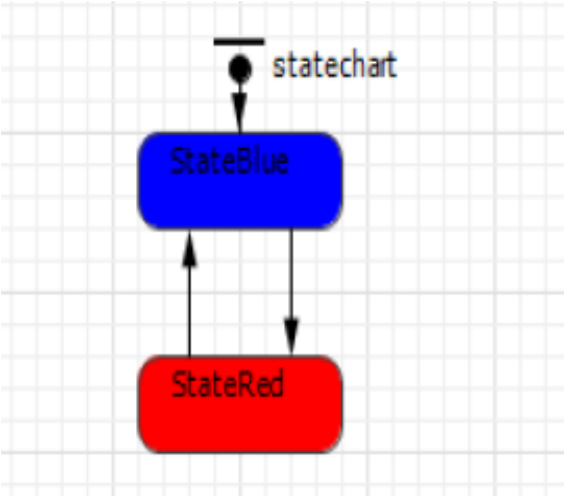

Рис. 2.6 – Структурная диаграмма класса Person

4. Измените свойства перехода из состояния PotentialAdopter в состояние Adopter. Этот переход будет моделировать покупку программного продукта. В окне свойств перехода выберите «С заданной интенсивностью» из выпадающего списка «Происходит» и введите AdEffectiveness в расположенном ниже поле «Интенсивность». Время, через которое пользователь купит программный продукт, экспоненциально зависит от эффективности рекламы программного продукта.

5. Удалите переход, ведущий из нижнего состояния в верхнее, поскольку пока создается простейшая модель, в которой пользователь, однажды приобретший продукт, навсегда остается его потребителем, и, соответственно, перехода из состояния Adopter в состояние PotentialAdopter пока что быть не должно (рис. 2.7). Чтобы удалить переход, выделите его на диаграмме и нажмите Del.

6. Настройте выполнение модели (рис. 2.8). В окне свойств эксперимента перейдите на вкладку «Модельное время» и задайте останов модели после 8 единиц модельного времени.

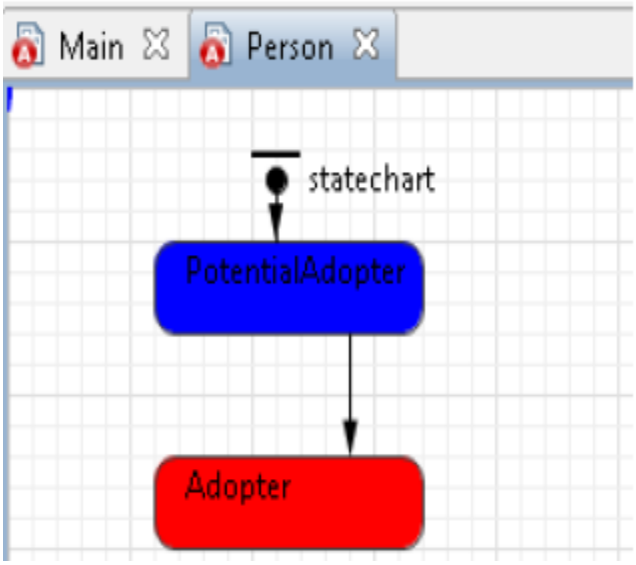

Рис. 2.7 – Удаление перехода из состояния PotentialAdopter
в состояние Adopter

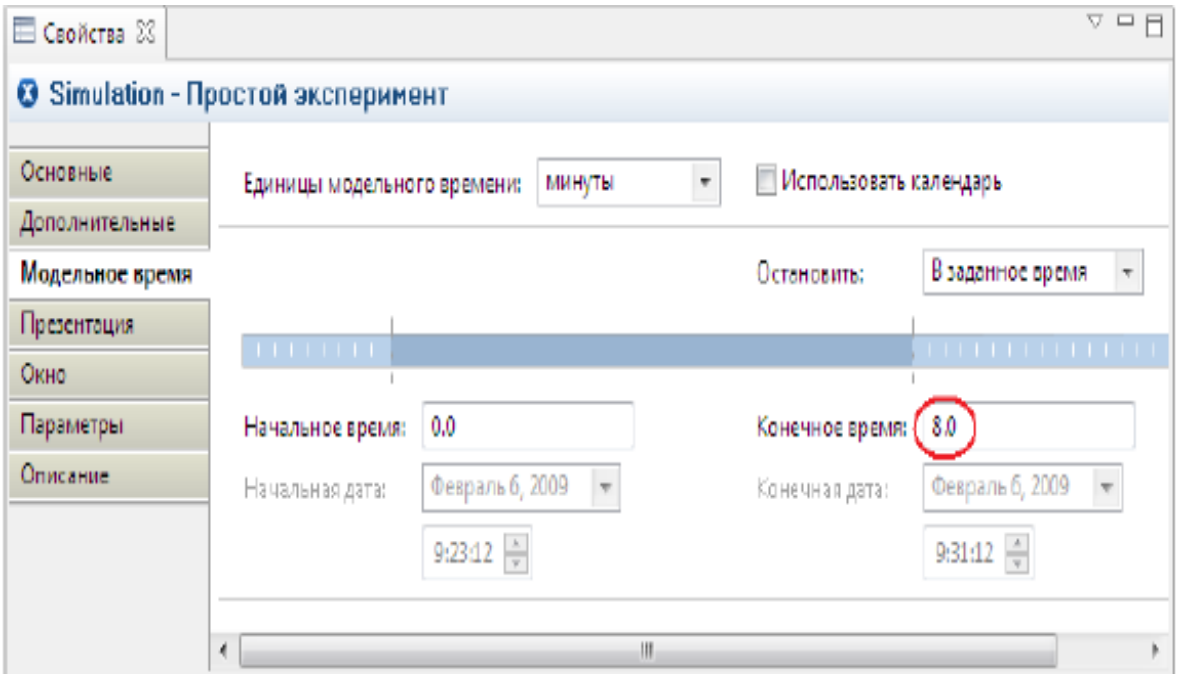

Рис. 2.8 – Настройка выполнения модели

7. Постройте проект с помощью кнопки панели инструментов «Построить» (клавиша F7). Если ошибок в проекте нет, то запустите модель. Вы увидите, как число потенциальных покупателей (синих) переходит в разряд покупателей (красных).

4. Подсчитайте потребителей программного продукта.

Главная задача модели распространения инноваций в виде программного продукта – изучение того, как быстро пользователи покупают новый программный продукт. Для этого будем подсчитывать число пользователей и потенциальных пользователей программного продукта, что можно сделать с помощью функций сбора статистики. Создадим функции сбора статистики для подсчета потенциальных пользователей программного продукта.

1. Откройте диаграмму класса Main. Выделите на диаграмме вложенный объект people.

2. Перейдите на вкладку Статистика панели свойств объекта people. Щелкните мышью по кнопке «Добавить функцию сбора статистики». Откроется секция свойств для задания свойств новой функции сбора статистики по элементам этого реплицированного объекта (people).

3. Задайте имя функции – potentialAdopters. Оставьте выбранный по умолчанию «Тип функции» – «Количество». Задайте «Условие»: item.statechart.isStateActive(item.PotentialAdopter). Эта функция будет вести подсчет количества агентов, для которых выполняется заданное условие, т. е. тех агентов, которые находятся в текущий момент времени в состоянии PotentialAdopter (являются потенциальными потребителями программного продукта). Здесь item – это агент (элемент реплицированного объекта people).

4. Создайте еще одну функцию сбора статистики (рис. 2.9). Назовите ее adopters. «Тип функции» – «Количество». Условие: item.statechart.isStateActive(item.Adopter). Данная функция будет вести подсчет количества агентов, которые находятся в состоянии Adopter (т. е. уже приобрели программный продукт).

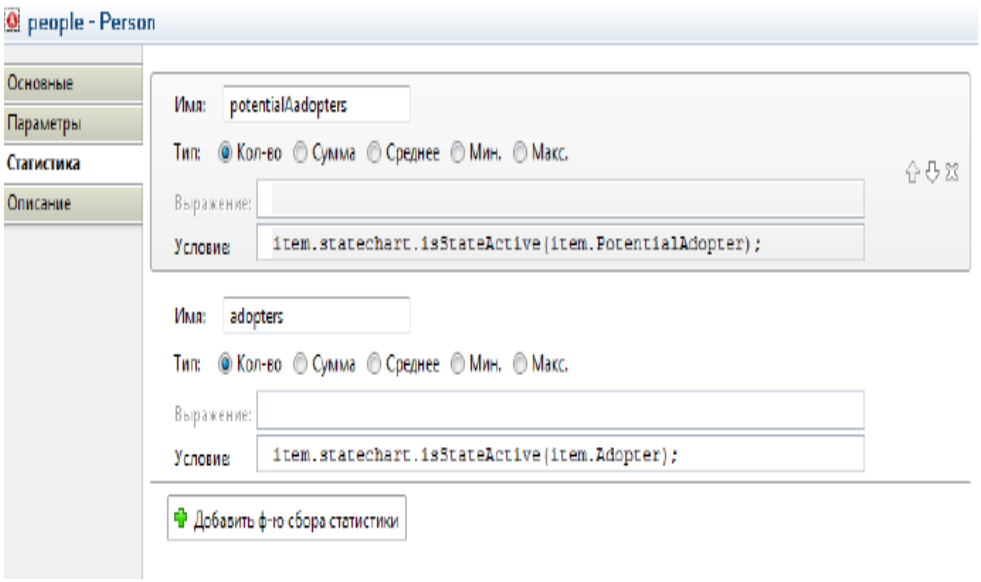

Рис. 2.9 – Создание функции сбора статистики

Добавьте временной график, отображающий динамику изменения численности потребителей и потенциальных потребителей продукта. Расположите его, как показано на рисунке 2.10.

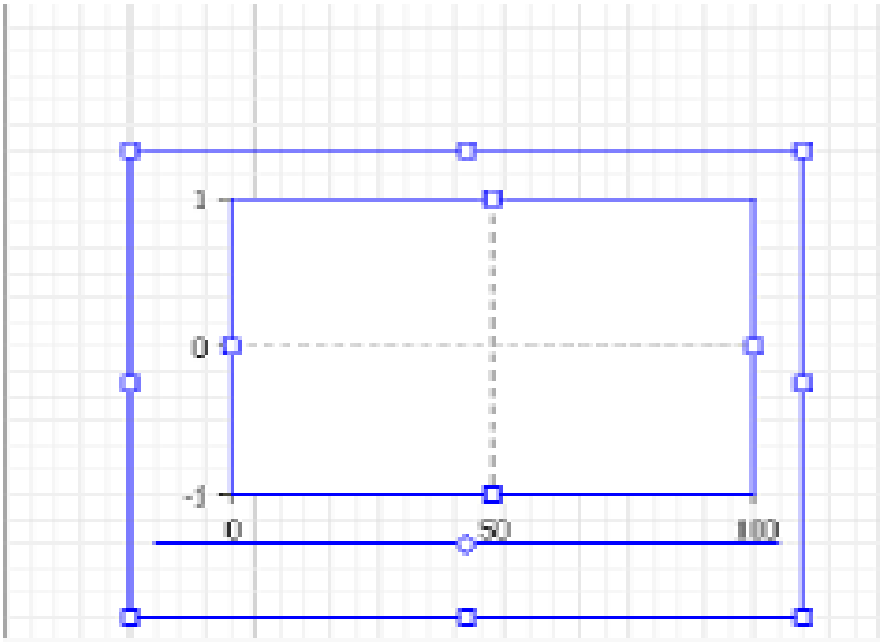

Рис. 2.10 – Временной график, отображающий динамику изменения численности потребителей и потенциальных потребителей продукта

Настройте свойства графика (рис. 2.11).

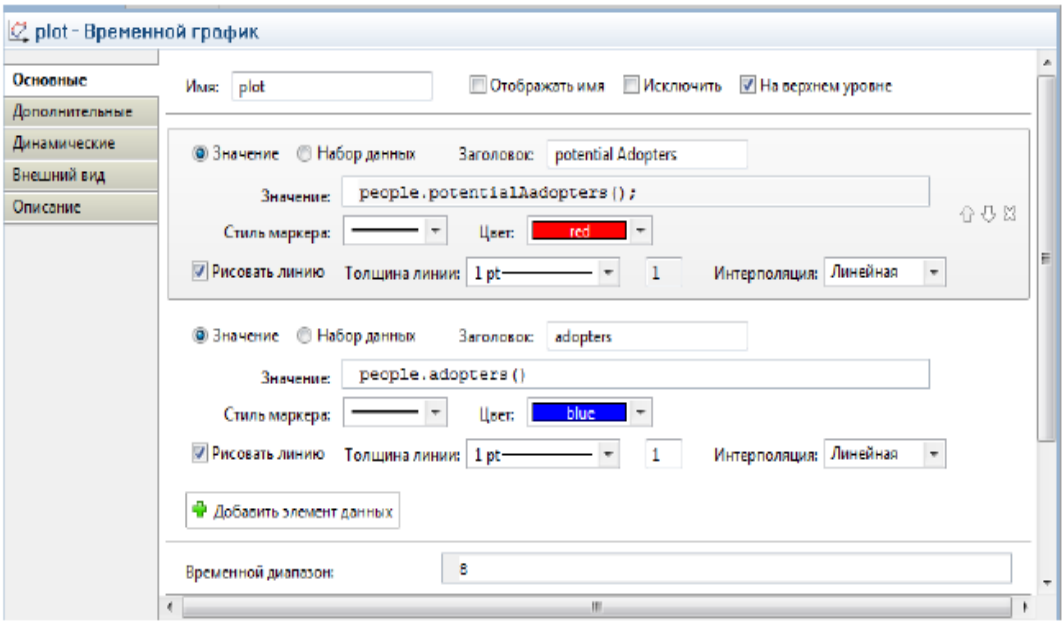

Рис. 2.11 – Настройка свойств графика

Проверьте ошибки и запустите модель. Для проверки ошибок постройте проект с помощью кнопки панели инструментов «Построит» (или клавиша F7). В окне «Ошибки» появится список всех ошибок, обнаруженных в проекте, если таковые имеются. Двойным щелчком мыши по ошибке в этом списке можно перейти к предполагаемому месту ошибки, чтобы исправить ее. После построения проекта снова запустите модель.

На графике (рис. 2.12) проследите динамику моделируемого процесса. Под влиянием рекламы в каждую единицу времени постоянная доля от общей численности потенциальных потребителей программного продукта приобретает распространяемый программный продукт.

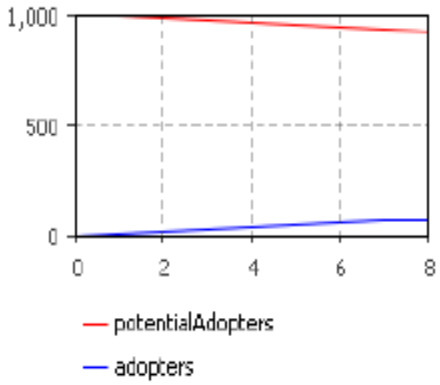

Рис. 2.12 – График динамики моделируемого процесса

При внедрении нового информационного продукта на рынок, когда число потребителей равно нулю, реклама будет являться единственным источником продаж. Наибольший рекламный эффект отмечается в начале процесса распространения информационного продукта; он неуклонно падает по мере уменьшения численности потенциальных потребителей.

2.4 Варианты заданий

Выбор варианта лабораторной работы осуществляется по общим правилам с использованием следующей формулы:

$$\boldsymbol{V = (N \times K) \text{ div } 100,}$$

где V – искомый номер варианта,

N – общее количество вариантов (= 20),

div – целочисленное деление,

при $V = 0$ выбирается максимальный вариант,

K – код варианта.

Вариант	Эффективность рекламы	Длительность процесса
1	0,010	6
2	0,010	7
3	0,010	8
4	0,005	9
5	0,005	10
6	0,005	11
7	0,015	10
8	0,015	9
9	0,015	8
10	0,010	7
11	0,010	6
12	0,010	7

Вариант	Эффективность рекламы	Длительность процесса
13	0,005	8
14	0,005	9
15	0,005	10
16	0,015	11
17	0,015	10
18	0,015	9
19	0,020	8
20	0,020	7

2.5 Контрольные вопросы

1. В чем суть диффузии инноваций?
2. Что такое внутренние и внешние воздействия на диффузию инноваций?
3. К какому дифференциальному уравнению сводится диффузия инноваций?
4. Что такое мультиагентные системы?
5. Что такое стейтчарт?

2.6 Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основные теоретические сведения.
3. Диффузия инноваций в виде ОДУ Коши.
4. Скриншоты работы модели инноваций.
5. Графики диффузии инноваций в виде программного продукта.
6. Ответы на контрольные вопросы.

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Замятин Н. В. Рынки информационно-коммуникационных технологий и организация продаж : учеб. пособие / Н. В. Замятин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 202 с.

2. Соловьев В. И. Стратегия и тактика конкуренции на рынке программного обеспечения : Опыт экономико-математического моделирования / В. И. Соловьев. – М. : Вега-Инфо, 2010. – 200 с.

3. Замятин Н. В. Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине «Рынки ИКТ и организация продаж» / Н. В. Замятин. – Томск : АОИ, ТУСУР, 2015. – 100 с.

4. AnyLogic за 3 дня : практическое пособие по имитационному моделированию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/ (дата обращения: 28.11.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Работа в редакторе электронных таблиц Microsoft Excel для выполнения расчетов в рыночной экономике

1. Запустите редактор электронных таблиц Microsoft Excel и создайте новую электронную книгу (при стандартной установке MS Office выполните «Пуск» – «Все программы» – «Microsoft Excel»). Пример – финансовая сводка о доходах и расходах за неделю (рис. А.1).

	A	B	C	D
1	**Финансовая сводка за неделю (тыс.руб)**			
2				
3	**Дни недели**	**Доход**	**Расход**	**Финасовый результат**
4	понедельник	3 245,20	3 628,50	?
5	вторник	4 572,50	5 320,50	?
6	среда	6 251,66	5 292,10	?
7	четверг	2 125,20	3 824,30	?
8	пятница	3 896,60	3 020,10	?
9	суббота	5 420,30	4 262,10	?
10	воскресенье	6 050,60	4 369,50	?
11	**Ср.значение**	?	?	?
12				
13	**Общий финансовый результат за неделю**			?
14				

Рис. А.1 – Исходная таблица

Введите заголовок таблицы «Финансовая сводка за неделю (тыс. руб.)», начиная с ячейки А1.

Для оформления шапки таблицы выделите ячейки на третьей строке А3:D3 и создайте стиль для оформления. Для этого выполните команду «Формат» – «Стиль», в открывшемся окне «Стиль» наберите имя стиля «Шапка таблиц» и нажмите кнопку «Изменить». В открывшемся окне на вкладке «Выравнивание» задайте «Переносить по словам» и выберите горизонтальное и вертикальное выравнивание – по центру (рис. А.2), на вкладке «Число» укажите формат – «Текстовый». После этого нажмите кнопку «Добавить».

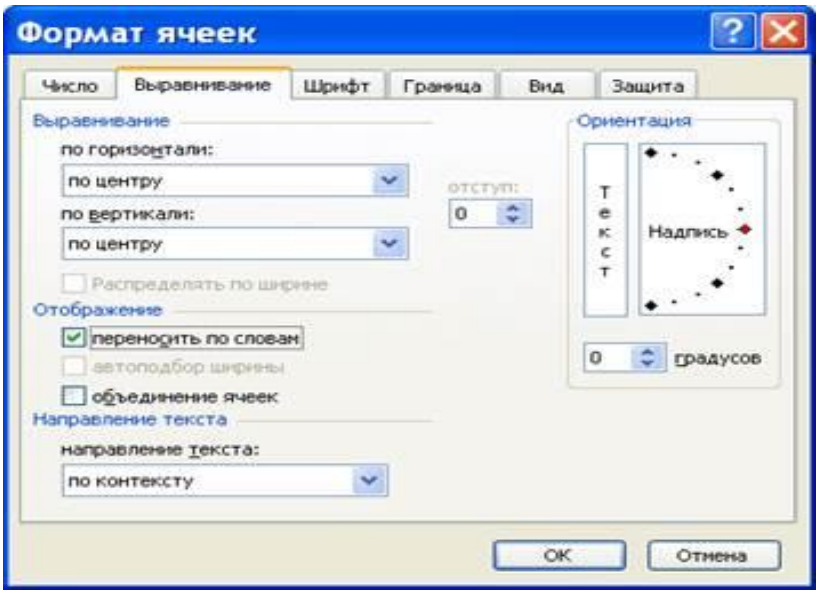

Рис. А.2 – Форматирование ячеек – задание переноса по словам

На третьей строке введите названия колонок таблицы – «Дни недели», «Доход», «Расход», «Финансовый результат», далее заполните таблицу исходными данными согласно рисунку А.1.

Для ввода дней недели наберите «Понедельник» и произведите автокопирование до «Воскресенья» (понятие левой кнопкой мыши за маркер автозаполнения в правом нижнем углу ячейки).

5. Произведите расчеты в графе «Финансовый результат» по следующей формуле:

Финансовый результат = Доход – Расход.

Введите расчетную формулу только для расчета по строке «Понедельник», далее произведите автокопирование формулы (так как в графе «Расход» нет незаполненных данными ячеек, можно производить автокопирование двойным щелчком мыши по маркеру автозаполнения в правом нижнем углу ячейки).

6. Для ячеек с результатом расчетов задайте формат «Денежный» с выделением отрицательных чисел красным цветом (рис. А.3) («Формат» –

«Ячейки» – вкладка «Число» / формат «Денежный» / «отрицательные числа – красные». Число десятичных знаков задайте равное двум).

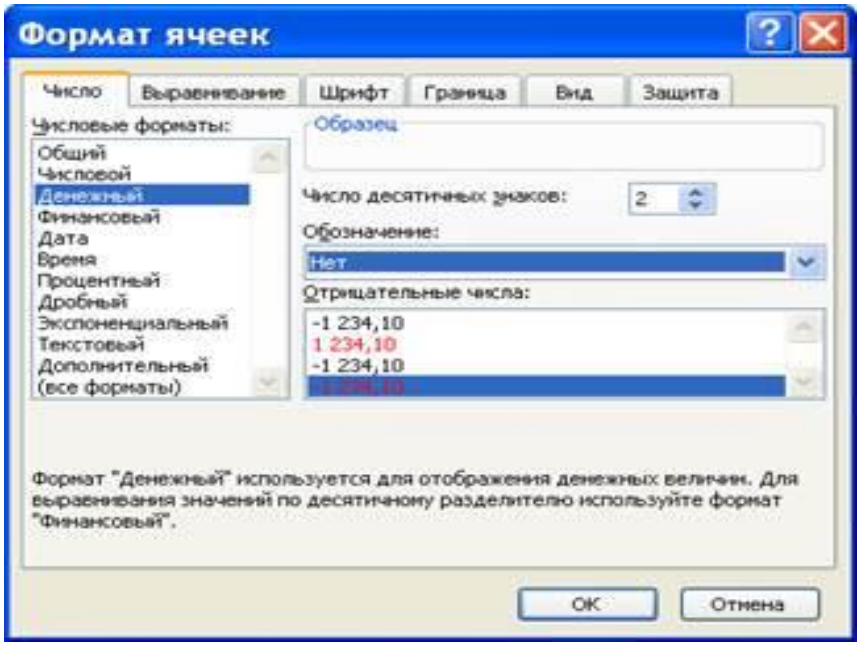

Рис. А.3 – Задание формата отрицательных чисел красным цветом

Обратите внимание, как изменился цвет отрицательных значений финансового результата на красный.

7. Рассчитайте средние значения Дохода и Расхода, пользуясь мастером функций (кнопка *fx*). Функция СРЗНАЧ находится в разделе «Статистические». Для расчета функции среднего значения дохода установите курсор в соответствующей ячейке для расчета среднего значения (B11), запустите мастер функций и выберите функцию СРЗНАЧ («Вставка» – «Функция – «Категория» – «Статистические» – «СРЗНАЧ»). В качестве первого числа выделите группу ячеек с данными для расчета среднего значения – B4:B10.

Аналогично рассчитайте среднее значение расхода.

В ячейке D13 выполните расчет общего финансового результата (сумма по столбцу «Финансовый результат»). Для выполнения автосуммы

удобно пользоваться кнопкой «Автосуммирование» (∑) на панели инструментов или функцией СУММ. В качестве первого числа выделите группу ячеек с данными для расчета суммы – D4:D10.

8. Проведите форматирование заголовка таблицы. Для этого выделите интервал ячеек от A1 до D1, объедините их кнопкой панели инструментов «Объединить и поместить в центре» или командой меню «Формат» – «Ячейки» – вкладка «Выравнивание/отображение» – «Объединение ячеек».

9. Задайте начертание шрифта – полужирное, цвет – по вашему усмотрению.

Конечный вид таблицы приведен на рисунке А.4.

C11 fx =СРЗНАЧ(C4:C10)

	A	B	C	D
1	**Финансовая сводка за неделю (тыс.руб)**			
2				
3	**Дни недели**	**Доход**	**Расход**	**Финасовый результат**
4	понедельник	3 245,20	3 628,50	-383,30
5	вторник	4 572,50	5 320,50	-748,00
6	среда	6 251,66	5 292,10	959,56
7	четверг	2 125,20	3 824,30	-1 699,10
8	пятница	3 896,60	3 020,10	876,50
9	суббота	5 420,30	4 262,10	1 158,20
10	воскресенье	6 050,60	4 369,50	1 681,10
11	**Ср.значение**	**4 508,87**	**4 245,30**	
12				
13	**Общий финансовый результат за неделю**			**1 844,96**

Рис. А.4 – Таблица расчета финансового результата (задание 1)

10. Постройте диаграмму (линейчатого типа) изменения финансовых результатов по дням недели с помощью мастера диаграмм.

Для этого выделите интервал ячеек с данными финансового результата D4:D10 и выберите команду «Вставка» – «Диаграмма». На первом шаге работы с мастером диаграмм выберите тип диаграммы – линейчатая; на втором шаге на вкладке «Ряд» в окошке «Подписи оси X» укажите интервал ячеек с днями недели – A4:A10 (рис. А.5).

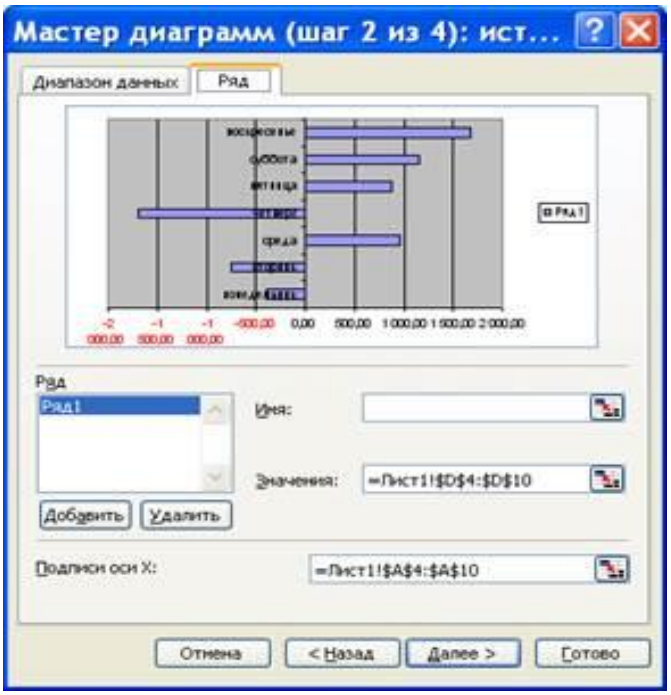

Рис. А.5 – Задание «Подписи оси X»
при построении диаграммы

Далее введите название диаграммы и подписи осей. Дальнейшие шаги построения диаграммы осуществляются по подсказкам Мастера диаграмм.

11. Произведите фильтрацию значений дохода, превышающих 4000 руб.

В режиме фильтра в таблице видны только те данные, которые удовлетворяют некоторому критерию, при этом остальные строки скрыты. В этом режиме все операции форматирования, копирования, автозаполнения, автосуммирования и т. д. применяются только к видимым ячейкам листа.

Для установления режима фильтра установите курсор внутри созданной таблицы и воспользуйтесь командой «Данные» – «Фильтр» – «Автофильтр». В заголовках полей появятся стрелки выпадающих списков. Щелкните по стрелке в заголовке поля, на которое будет наложено условие (в столбце «Доход»), и вы увидите список всех неповторяющихся значений этого поля. Выберите команду для фильтрации – «Условие».

В открывшемся окне «Пользовательский автофильтр» задайте условие «Больше 4000» (рис. А.6).

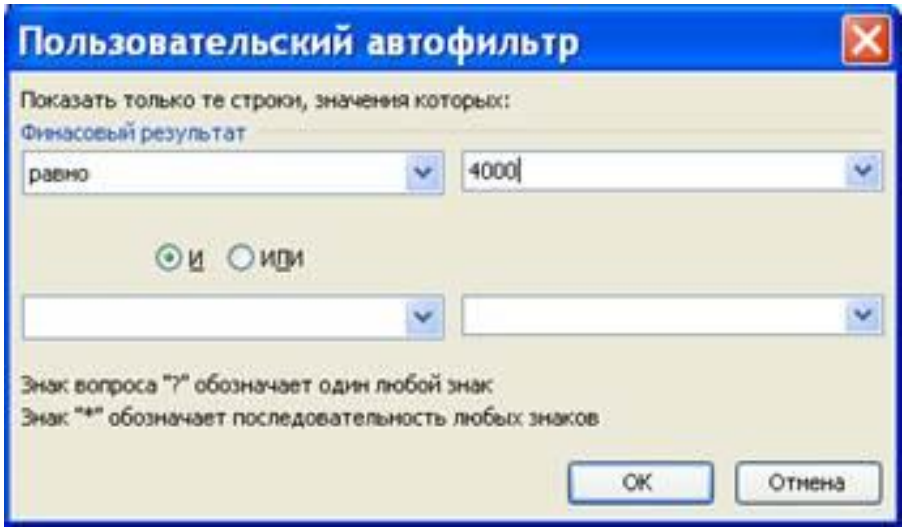

Рис. А.6 – Пользовательский автофильтр

Произойдет отбор данных по заданному условию. Проследите, как изменились вид таблицы и построенная диаграмма.

12. Сохраните созданную электронную книгу в своей папке.