

Э.Е. Кузьмицкая

М.В. Кураленко

О.М. Королёва

кандидат физико-математических наук, доцент

Л.А. Раевская

УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Беларусь

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА В ФОРМЕ ДЕЛОВОЙ ИГРЫ ПО ТЕМЕ «АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ»

Аннотация: Представляется лабораторная работа как деловая игра, в процессе которой студенты выступают в роли работников торговых фирм, и на основе прогноза решается задача поиска лучших вариантов получения кредитных средств и закупки продукции с последующей реализацией с целью получения максимального дохода. При решении задачи используются элементы анализа временных рядов, реализованного с помощью стандартной надстройки Excel *Анализ данных* и *Мастера диаграмм*. В результате решения задачи определяется доход фирмы при реализации закупленной продукции и расчёта по кредитам. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход.

Интерактивная форма обучения в виде деловой игры с использованием компьютера является эффективным средством ведения занятия, поскольку способствует развитию критического мышления в результате анализа ситуации, вырабатывает способность принимать логически взвешенное и аргументированное решение.

Ключевые слова: деловая игра; временной ряд; прогноз; кредитные ставки; прибыль.

DOI: 10.25206/2307-5430-2020-8-164-170

Введение. Повысить качественный уровень преподавания можно путём формирования учебно-познавательной мотивации студентов через повышение интереса к предмету обучения. На занятиях должны быть созданы благоприятные условия для развития аналитического мышления, познавательной самостоятельности студентов – будущих специалистов, от которых потребуются способность оперативно принимать ответственные решения в любой проблемной ситуации. Интерактивная форма обучения в виде деловой игры с использованием компьютера является эффективным средством ведения занятия, поскольку

способствует развитию критического мышления в результате анализа ситуации, вырабатывает способность принимать логически взвешенное и аргументированное решение.

В данной работе представляется конкретная деловая игра, в процессе которой студенты выступают в роли работников торговых фирм, и решается задача поиска лучших вариантов получения кредитных средств и закупки продукции с последующей реализацией с целью получения максимального дохода. В решении задачи принимают участие все студенты группы, которые разбиваются на подгруппы по 2-3 человека, у каждого из которых в распоряжении имеется компьютер. При решении задачи используются элементы анализа временных рядов, реализованного с помощью стандартной надстройки Excel *Анализ данных* и *Мастера диаграмм*. В результате решения задачи определяется доход фирмы при реализации закупленной продукции и возврате кредитов. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход. По окончании игры её участники получают оценки по десятибалльной шкале, согласно занятым местам в нише рынка. В результате занятия со студентами Белорусского национального технического университета ими приобретаются навыки построения и анализа моделей временных рядов в системе Excel, умение прогнозировать развитие экономической ситуации в конкретных экономических задачах.

Результаты и их обсуждение. В данной статье представляется лабораторная работа, организованная в форме деловой игры. Поведение участников игры имитирует рыночную конкуренцию. Каждая подгруппа - это торговая фирма Φ_i , $i=1, \dots, n$, которую представляют 2 – 3 студента. Фирмы находятся в равных условиях, как с информационной, так и с финансовой точки зрения. Каждая фирма в ходе конкурентной борьбы стремится вытеснить другие фирмы с рынка сбыта, способствуя своими действиями минимизации дохода конкурирующих фирм. Экономические последствия принятых решений повлияют на исход игры.

Каждой фирме в равном размере K предоставляется банковский кредит. Менеджер фирмы берёт кредит в трёх банках с мощностями K_1 , K_2 , K_3 и разными кредитными ставками p_1 , p_2 , p_3 . Суммарная мощность банков $K_1 + K_2 + K_3$ равна суммарному кредиту $n \cdot K$. Имеется информация о ежегодных кредитных ставках каждого банка на периоды T_1 , T_2 , ..., T_{10} . На кредитные средства каждой фирмой приобретается продукция трёх видов, приносящая разную прибыль C_1 , C_2 , C_3 соответственно. Продукция выпускается тремя заводами со стоимостью продукции M_1 , M_2 , M_3 соответственно. Суммарная стоимость продукции $M_1 + M_2 + M_3$ равна суммарному кредиту $n \cdot K$. Имеется информация о ежегодной прибыли от стоимости продукции каждого вида на периоды T_1 , T_2 , ..., T_{10} . В результате реализации приобретённой продукции в период времени T_{11} и возврата кредитов формируется доход фирмы.

Менеджер фирмы должен выбрать стратегию, в каких банках и в каких количествах брать кредитные средства, какого вида продукцию и в каком количестве приобрести. Выбор стратегии должен быть обоснован расчётами и прогнозами экономистов своей фирмы по кредитным ставкам банков и по прибыли от стоимости продукции каждого вида на период времени T_{11} . На выбор стратегии также влияет фактор времени принятия решения по отношению к действиям других игроков: первый игрок находится в наиболее благоприятных условиях выбора кредита и закупки продукции, последний – выбирает из остатков. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход. По окончании игры её участники получают оценки по десятибалльной шкале, согласно занятым местам.

Математический аппарат: методы математической статистики (экстраполяция динамики временных рядов). Экономическое решение, принимаемое менеджером, базируется на прогнозе развития экономической ситуации. Такие прогнозы осуществляются на основе знаний динамики экономических показателей в предыдущие периоды времени. В данной игре такими показателями являются параметры p_1, p_2, p_3 и C_1, C_2, C_3 . Данные показатели рассматриваются с периодичностью год в течение десяти лет (периоды T_1, T_2, \dots, T_{10}), т.е. образуют временные ряды. Задача прогнозирования состоит в том, чтобы получить оценки возможных значений p_1, p_2, p_3 и C_1, C_2, C_3 на промежутке времени T_{11} . Анализ временных рядов с использованием Excel выполняется с помощью стандартной надстройки *Анализ данных* и *Мастера диаграмм*, который позволяет построить график временного ряда, различные функции тренда, получить уравнение тренда и коэффициент детерминации [1]. Наиболее подходящая модель выбирается по максимуму коэффициента детерминации. На основе полученной функции тренда вычисляются прогнозные значения рассматриваемого показателя.

Фрагмент деловой игры. Группа из 15 студентов разбивается на 5 подгрупп по 3 человека, т.е. формируются 5 фирм с тремя сотрудниками в каждой: менеджер и два экономиста. Преподаватель ставит задачу спрогнозировать на следующий период T_{11} получение каждой фирмой кредита на сумму 200 ден. ед. в трёх банках с соответствующими мощностями 200, 500, 300 ден. ед. и разными кредитными ставками. На полученный кредит нужно спрогнозировать приобретение для последующей реализации продукции трёх видов, приносящей разную прибыль C_1, C_2, C_3 соответственно. Продукция производится заводами с мощностями 250, 350, 400 ден. ед. Известна динамика кредитных ставок и прибыли от реализации продукции с периодичностью год в течение предыдущих десяти лет (периоды T_1, T_2, \dots, T_{10}) (табл. 1).

Таблица 1

Динамика кредитных ставок и прибыли от реализации продукции с периодичностью год в течение предыдущих десяти лет

Периоды	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}
p_1 (%)	3	6	4	9	10	7	9	12	13	15
p_2 (%)	8	9	10	11	10	12	11	13	12	15
p_3 (%)	5	7	8	9	10	10	11	14	11	15
C_1 (%)	3	5	11	9	10	11	14	16	20	18
C_2 (%)	7	10	10	12	11	12	13	16	20	18
C_3 (%)	10	12	13	14	15	15	15	17	20	18

1-ый шаг. По статистическим данным таблицы 1 каждая фирма строит в среде Excel различные виды регрессии (линейную, экспоненциальную, степенную, логарифмическую, полиномиальную) временных рядов кредитных ставок p_1, p_2, p_3 (табл. 2) и прибыли от реализации продукции C_1, C_2, C_3 (табл. 3).

Таблица 2

Кредитные ставки p_1, p_2, p_3

Кредитные ставки, %		
p_1	p_2	p_3
Линейная регрессия		
$y = 1,175x + 2,333$ $R^2 = 0,841$	$y = 0,612x + 7,733$ $R^2 = 0,837$	$y = 0,933x + 4,866$ $R^2 = 0,876$
Экспоненциальная регрессия		
$y = 3,432e^{0,151x}$ $R^2 = 0,786$	$y = 8,056e^{0,055x}$ $R^2 = 0,852$	$y = 5,526e^{0,099x}$ $R^2 = 0,868$
Степенная регрессия		
$y = 3,016x^{0,151}$ $R^2 = 0,815$	$y = 7,756x^{0,227}$ $R^2 = 0,837$	$y = 5,021x^{0,426}$ $R^2 = 0,931$
Логарифмическая регрессия		
$y = 4,614 \ln x + 1,829$ $R^2 = 0,759$	$y = 2,430 \ln x + 7,429$ $R^2 = 0,774$	$y = 3,786 \ln x + 4,280$ $R^2 = 0,845$
Полиномиальная регрессия		
$y = 0,030x^2 + 0,842x + 3$ $R^2 = 0,844$	$y = 0,011x^2 + 0,487x + 7,983$ $R^2 = 0,839$	$y = -0,022x^2 + 1,183x + 4,366$ $R^2 = 0,879$

2-ой шаг. По максимуму коэффициента детерминации R^2 менеджеры фирм выбирают наилучшую форму корреляционной связи экономических показателей (выделено в табл. 2, 3) и с помощью функции регрессии прогнозируют оценки возможных значений кредитных ставок и прибыли от реализации продукции на следующем промежутке времени (период T_{11}) Результаты расчётов по выделенным формулам табл. 2, 3 приводятся в табл. 4.

Таблица 3

Прибыль от реализации продукции C_1, C_2, C_3

Прибыль от реализации продукции, %		
C_1	C_2	C_3
Линейная регрессия		
$y = 1,703x + 2,333$ $R^2 = 0,906$	$y = 1,230x + 6,133$ $R^2 = 0,873$	$y = 0,915x + 9,866$ $R^2 = 0,898$
Экспоненциальная регрессия		
$y = 3,893e^{0,176x}$ $R^2 = 0,826$	$y = 7,242e^{0,097x}$ $R^2 = 0,894$	$y = 10,34e^{0,063x}$ $R^2 = 0,900$
Степенная регрессия		
$y = 3,195x^{0,773}$ $R^2 = 0,930$	$y = 6,826x^{0,392}$ $R^2 = 0,857$	$y = 9,884x^{0,256}$ $R^2 = 0,948$
Логарифмическая регрессия		
$y = 6,826 \ln x + 1,388$ $R^2 = 0,853$	$y = 4,729 \ln x + 5,756$ $R^2 = 0,756$	$y = 3,701 \ln x + 9,309$ $R^2 = 0,861$
Полиномиальная регрессия		
$y = -0,015x^2 + 1,869x + 2$ $R^2 = 0,906$	$y = 0,064x^2 + 0,522x + 7,55$ $R^2 = 0,889$	$y = -0,018x^2 + 1,123x + 9,45$ $R^2 = 0,901$

3-ий шаг. На основании прогноза кредитных ставок и прибыли от реализации продукции менеджеры фирм принимают решения по структуре приобретения кредитов и продукции. В наиболее выгодных условиях находятся фирмы, которые раньше других примут соответствующие решения. Остальные фирмы выбирают остатки кредитов и продукции в порядке очередности принятых решений.

4-ый шаг. Рассчитывается возможный доход фирмы как разность между суммарной прибылью в результате реализации продукции и возврата кредитов. Аналогичные действия выполняются каждой фирмой. Выигрывает фирма, получившая максимальный возможный доход.

В таблицах 5, 6 показаны итоги игры: распределение кредитов и продукции по фирмам согласно примеру очередности принятия соответствующих решений, расчёт возможных доходов фирм и занятые ими места в порядке убывания величины доходов.

Вывод. Лабораторная работа в форме деловой игры имеет явное преимущество по эффективности обучения в сравнении с традиционными занятиями, поскольку способствует развитию интереса к изучаемому предмету. Имитация реальной экономической среды с конкурентной борьбой за место в экономической нише повышает ответственность за качество принимаемых решений и создаёт условия для качественной профессиональной подготовки будущих специалистов.

Таблица 4

Результаты расчётов по выделенным формулам

Прогноз кредитных ставок на период T_{11} , %		
$p_1=16$	$p_2=15$	$p_3=14$
Прогноз прибыли от реализации продукции на период T_{11} , %		
$C_1=20$	$C_2=21$	$C_3=18$

Таблица 5

Итоги игры

Фирмы	Номер очереди в банк	Номер очереди на завод	Мощности банков, ден.ед.			Мощности заводов, ден.ед.		
			$K_1=200$	$K_2=300$	$K_3=500$	$M_1=250$	$M_2=350$	$M_3=400$
			Кредитные ставки, %			Прибыль от реализации продукции, %		
			$p_1=16$	$p_2=15$	$p_3=14$	$C_1=20$	$C_2=21$	$C_3=18$
Φ_1	3	5		100	100			200
Φ_2	1	3			200	200		
Φ_3	2	4			200			200
Φ_4	5	1	200				200	
Φ_5	4	2		200		50	150	

Таблица 6

Итоги игры

	Возврат по кредитам, ден.ед.	Прибыль, ден.ед.	Доход, ден.ед.	Место
Φ_1	$100 \cdot 1,15 + 100 \cdot 1,14 = 229$	$200 \cdot 1,18 = 236$	7	5
Φ_2	$200 \cdot 1,14 = 228$	$200 \cdot 1,20 = 240$	12	1
Φ_3	$200 \cdot 1,14 = 228$	$200 \cdot 1,18 = 236$	8	4
Φ_4	$200 \cdot 1,16 = 232$	$200 \cdot 1,21 = 242$	10	3
Φ_5	$200 \cdot 1,15 = 230$	$50 \cdot 1,20 + 150 \cdot 1,21 = 241,5$	11,5	2

Библиографический список

1. Подкорытова, О.А. Анализ временных рядов / О.А. Подкорытова, М.В. Соколов. — Москва: Юрайт, 2017. — 239 с.

Сведения об авторе:

Эльвира Евгеньевна Кузьмицкая

Служебный адрес: Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65; e-mail: Elva62@mail.ru; spin-code: 8680-3379.