

**Э. Е. Кузьмицкая**

**М. В. Кураленко**

**О. М. Королёва**

кандидат физико-математических наук, доцент

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

**ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
В ФОРМЕ ДЕЛОВОЙ ИГРЫ В КУРСЕ  
«ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ»**

**Аннотация:** Предлагается проведение лабораторной работы в форме деловой игры, в результате которой студенты рассматриваются как сотрудники фирм и решается задача поиска лучших вариантов использования ресурсов при заданных затратах и ценах и задача нахождения оптимального плана перевозки произведённой продукции согласно спросу к потребителям по критерию стоимости. При решении задач используется симплекс-алгоритм решения задачи линейного программирования, реализованный с помощью стандартной надстройки Excel *Поиск решения*.

В результате решения задач определяется доход фирмы при реализации произведённой продукции. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход. По окончании игры её участники получают оценки по десятибалльной шкале, согласно занятым местам в нише рынка.

Сценарий деловой игры с использованием компьютера является наиболее оптимальной формой ведения занятия, поскольку он более нагляден и интересен, чем традиционный способ обучения.

**Ключевые слова:** деловая игра; оптимизация выпуска продукции; оптимизация перевозок.

**DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-159-165**

**Введение.** В условиях информационной революции и повышения объёма знаний вопрос качественной подготовки будущих специалистов становится всё более актуальным. Современная социальная среда нацеливает на формирование личности, характеризующейся не репродуктивным, а творческим типом мышления, познавательной самостоятельностью, способностью принимать ответственные решения в любой проблемной ситуации. Формы и методы обучения должны отвечать требованиям времени. Сокращение реальных аудиторных ча-

сов ставит перед преподавателем проблему выбора наиболее оптимальной формы занятия, которая позволит сэкономить время, снизить психологическую нагрузку и в то же время повысит качественный уровень преподавания. Лабораторная работа по сценарию деловой игры с использованием компьютера является наиболее оптимальной формой ведения занятия, поскольку она более наглядна и интересна, чем традиционный способ обучения, а значит, способствует лучшему усвоению материала и развитию познавательной самостоятельности студентов.

Предлагается проведение лабораторной работы в форме деловой игры, в результате которой решается задача поиска лучших вариантов использования ресурсов при заданных затратах и ценах и задача нахождения оптимального плана перевозки произведённой продукции согласно спросу к потребителям по критерию стоимости. При решении указанных задач используется симплекс-алгоритм решения задачи линейного программирования, реализованный с помощью стандартной надстройки Excel *Поиск решения*. В результате занятия со студентами Белорусского национального технического университета ими приобретаются навыки построения и расчёта в системе Excel экономико-математических моделей конкретных экономических задач.

В решении задач принимают участие все студенты группы, которые разбиваются на подгруппы по 3-4 человека. В распоряжение каждой подгруппы предоставляется количество компьютеров по количеству участников. В результате решения задач определяется доход фирмы при реализации произведённой продукции. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход. По окончании игры её участники получают оценки по десятибалльной шкале, согласно занятым местам в нише рынка.

**Результаты и их обсуждение.** Лабораторная работа в форме деловой игры разработана в системе Excel и является итоговой по разделу: модели линейного программирования. Она объединяет две темы: модели задач планирования и управления и модели транспортных задач как задач линейного программирования [1, 2, 4].

*Цель лабораторной работы:* приобретение навыков решения следующих задач: поиск лучших вариантов использования ресурсов при заданных затратах и ценах; нахождение оптимального плана перевозки произведённой продукции согласно спросу к потребителям по критерию стоимости, развитие конкурентоспособной, активной личности, формирование коммуникативной культуры.

*Общая задача.* Игра носит условный характер. Поведение участников игры имитирует рыночную конкуренцию. Каждая подгруппа - это производственно-торговая фирма ( $\Phi_1, \dots, \Phi_n$ ). Каждая фирма  $\Phi_j, j = 1 \dots n$ , имеет три филиала. Каждый филиал это 1 – 2 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. Анализ отчётов позволяет определить правильность и точность проведённых расчётов, качество принимаемых решений, т. е. их компетентность, наличие тактического и стратегического мышления, скорость адаптации в экстремальных условиях, склонность или несклонность к экономическому риску. Экономические последствия принятых решений повлияют на исход игры.

*Сценарий игры.* В начале занятия перед участниками игры ставятся задачи и объявляется программа игры. Каждой фирме в равном размере предоставляется банковский кредит. На кредитные средства приобретаются ресурсы разных типов. Из этих ресурсов фирма организует производство определённого ассортимента продукции. Цены на ресурсы и нормы расхода ресурсов известны. Произведённая продукция доставляется потребителям согласно спросу. Спрос потребителей и стоимость перевозки единицы продукции по каждому маршруту известны. В результате реализации произведённой продукции формируется доход фирмы. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход. По окончании игры её участники получают оценки по десятибалльной шкале, согласно занятым местам в нише рынка.

*Проблемная ситуация.* Менеджер фирмы должен выбрать стратегию, в каких количествах приобрести ресурсы для каждого филиала, каким потребителям отвезти произведённую продукцию. На выбор стратегии также влияет фактор времени принятия решения по отношению к действиям других игроков: та фирма, которая раньше произвела продукцию, находится в наиболее благоприятных условиях выбора потребителей этой продукции, последняя – выбирает из остатков.

*Математический аппарат:* симплекс-алгоритм решения задачи линейного программирования, реализованный с помощью стандартной надстройки Excel *Поиск решения* [3, 5].

*Фрагмент деловой игры.* Группа из 9 студентов разбивается на 3 подгруппы по 3 человека, т.е. формируются 3 фирмы с тремя филиалами в каждой. Преподаватель ставит задачу производства продукции трёх видов  $P_1, P_2, P_3$ , одинаковой для каждого филиала. Каждому филиалу предоставляются кредитные средства в размере 5000 ден. ед. для закупки ресурсов трёх типов  $P_1, P_2, P_3$ , необходимых для производства этой продукции.

*1-ый шаг.* Менеджеры фирм принимают решения по структуре приобретаемых ресурсов для каждого филиала (рис.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	нормы расхода ресурсов	расхода ресурсов			цены на ресурсы							
2		П1	П2	П3	Р1	Р2	Р3					
3	Р1	1	2	5	3	4	2					
4	Р2	2	3	1	9 студентов: 3 фирмы по 3 филиала							
5	Р3	3	4	2	кредит: 5000 ден. ед. на филиал							
6	прибыль	8	15	9								
7	не менее	30	40	50								
9	1 шаг	покупка ресурсов для производства продукции										
11		Ф1			Ф2			Ф3				
12		1 (5)	2 (3)	3 (9)	1 (2)	2 (8)	3 (7)	1 (4)	2 (6)	3 (1)		
13	Р1	800	700	600	400	500	900	450	500	750		
14	Р2	400	500	600	400	500	300	700	600	350		
15	Р3	500	450	400	1100	750	550	425	550	675		
16	затраты	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000		

Рис.1. Покупка ресурсов для производства продукции

2-ой шаг. Каждый филиал фирм находит оптимальный план выпуска продукции по заданным затратам и ценам согласно приобретенным ресурсам. Для решения задачи оптимизации используется программа Поиск решения (рис. 2, 3, 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
19	2 шаг	нахождение оптимального плана выпуска продукции по заданным затратам и ценам																	
21		Ф1[1(5)]			Ф1[2(3)]			Ф1[3(9)]											
22		x1	x2	x3	модель			x1	x2	x3	модель			x1	x2	x3	модель		
23	план	30	40	125	модель	значение	30	40	100	модель	значение	30	40	75	модель	значение			
24	Р1	1	2	5	735	≤	800	1	2	5	610	≤	700	1	2	5	485	≤	600
25	Р2	2	3	1	305	≤	400	2	3	1	280	≤	500	2	3	1	255	≤	600
26	Р3	3	4	2	500	≤	500	3	4	2	450	≤	450	3	4	2	400	≤	400
27	П1 ≥	1			30	≥	30	1			30	≥	30	1			30	≥	30
28	П2 ≥		1		40	≥	40		1		40	≥	40		1		40	≥	40
29	П3 ≥			1	125	≥	50			1	100	≥	50			1	75	≥	50
30	прибыль	8	15	9	1965	max		8	15	9	1740	max		8	15	9	1515	max	
32					П1	П2	П3												
33		Итого			90	120	300				суммарная прибыль			5220					

Рис.2. Нахождение оптимального плана выпуска продукции 1-ой фирмой

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
36		Ф2[1(2)]			Ф2[2(8)]			Ф2[3(7)]											
38		x1	x2	x3	модель			x1	x2	x3	модель			x1	x2	x3	модель		
39	план	70	40	50	модель	значение	150	50	50	модель	значение	30	40	120	модель	значение			
40	Р1	1	2	5	400	≤	400	1	2	5	500	≤	500	1	2	5	710	≤	900
41	Р2	2	3	1	310	≤	400	2	3	1	500	≤	500	2	3	1	300	≤	300
42	Р3	3	4	2	470	≤	1100	3	4	2	750	≤	750	3	4	2	490	≤	550
43	П1 ≥	1			70	≥	30	1			150	≥	30	1			30	≥	30
44	П2 ≥		1		40	≥	40		1		50	≥	40		1		40	≥	40
45	П3 ≥			1	50	≥	50			1	50	≥	50			1	120	≥	50
46	прибыль	8	15	9	1610	max		8	15	9	2400	max		8	15	9	1920	max	
47					П1	П2	П3												
48		Итого			250	130	220				суммарная прибыль			5930					

Рис. 3. Нахождение оптимального плана выпуска продукции 2-й фирмой

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
52		Ф3[1(4)]						Ф3[2(6)]						Ф3[3(1)]						
53		x1	x2	x3			x1	x2	x3			x1	x2	x3						
54	план	30	52,19	63,13	модель	значение	30	85	60	модель	значение	30	56,15	121,54	модель	значение				
55	P1	1	2	5	450	≤	450	1	2	5	500	≤	500	1	2	5	750	≤	750	
56	P2	2	3	1	279,688	≤	700	2	3	1	375	≤	600	2	3	1	350	≤	350	
57	P3	3	4	2	425	≤	425	3	4	2	550	≤	550	3	4	2	557,692	≤	675	
58	П1 ≥	1			30	≥	30	1			30	≥	30	1			30	≥	30	
59	П2 ≥		1		52,1875	≥	40		1		85	≥	40		1		56,1538	≥	40	
60	П3 ≥			1	63,125	≥	50			1	60	≥	50			1	121,538	≥	50	
61	прибыль	8	15	9	1590,94	max		8	15	9	2055	max		8	15	9	2176,15	max		
62					П1	П2	П3													
63		Итого			90	193,34	244,67						суммарная прибыль			5822,09				

Рис. 4. Нахождение оптимального плана выпуска продукции 3-ей фирмой

3-ий шаг. Каждая фирма выбирает потребителей  $B_{ij}$  произведённой продукции, где  $j$  – это номер потребляемой продукции,  $i$  – это номер потребителя  $j$ -той продукции. На каждый вид продукции по 9 потребителей. Одной фирме разрешается выбрать 3 потребителя на каждый вид продукции. В наиболее выгодных условиях находится фирма, которая раньше всех произвела продукцию. Она выбирает потребителей с наименьшими тарифами на перевозку и с суммарным спросом не менее суммарного предложения продукции. Остальные фирмы выбирают оставшихся потребителей. Последние фирмы могут не распределить свою продукцию полностью. На рис. 5, 6, 7 показан выбор потребителей продукции первой фирмой, при условии, что она первой произвела продукцию.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
68	3 шаг	выбор потребителей продукции											
69		B11	B21	B31	B41	B51	B61	B71	B81	B91			
70	спрос	20	30	20	55	45	70	40	35	50		365	
71	A1	1	2	3	2	1	4	3	2	5			
72	A2	2	3	1	2	3	4	1	5	3			
73	A3 (Ф1)	3	4	2	1	5	4	1	2	1			
74	A4	2	4	5	3	1	2	4	1	3			
75	A5 (Ф1)	1	3	2	5	4	1	2	3	2			
76	A6	2	1	2	3	4	1	5	3	1			
77	A7	5	1	3	2	4	5	1	2	3			
78	A8	3	1	2	4	2	1	3	4	5			
79	A9 (Ф1)	2	5	3	3	2	3	2	4	2			

Рис. 5. Выбор потребителей продукции П1 первой фирмой

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
83		B12	B22	B32	B42	B52	B62	B72	B82	B92			
84	спрос	40	35	50	40	30	60	45	50	20		370	
85	A1	3	1	2	4	5	3	2	1	3			
86	A2	2	1	4	2	3	5	1	2	3			
87	A3 (Ф1)	1	3	1	1	2	1	2	4	1			
88	A4	4	5	2	5	1	4	3	2	2			
89	A5 (Ф1)	2	3	3	3	5	3	4	5	4			
90	A6	5	4	3	2	1	2	3	4	5			
91	A7	1	3	1	2	2	3	2	3	2			
92	A8	2	1	2	3	4	5	1	2	3			
93	A9 (Ф1)	1	2	4	3	3	2	2	1	2			

Рис. 6. Выбор потребителей продукции П2 первой фирмой

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
99			B13	B23	B33	B43	B53	B63	B73	B83	B93		
100	спрос		70	60	100	50	160	60	50	90	80		720
101	A1		1	4	3	4	5	1	3	2	2	тарифы на перевозку продукции ПЗ	
102	A2		2	3	2	1	4	2	4	5	1		
103	A3 (Ф1)		4	2	3	2	1	3	1	1	4		
104	A4		4	5	4	3	2	1	5	4	3		
105	A5 (Ф1)		1	3	5	5	1	2	3	2	1		
106	A6		3	2	1	2	2	3	2	1	4		
107	A7		5	1	2	3	4	5	1	3	2		
108	A8		1	2	3	1	2	3	2	1	1		
109	A9 (Ф1)		3	5	4	3	1	1	3	2	5		

Рис. 7. Выбор потребителей продукции ПЗ первой фирмой

4-ый шаг. После выбора потребителей каждая фирма находит оптимальный план перевозки трёх видов своей продукции из филиалов к потребителям согласно их спросу. По перевозке каждого вида продукции решается задача оптимизации с помощью программы *Поиск решения*.

5-ый шаг. Далее рассчитывается суммарный доход фирмы как разность между суммарной прибылью в результате реализации продукции и суммарными затратами на перевозку этой продукции потребителям согласно их спросу. На рис. 8 показана реализация 4-го и 5-го шага для первой фирмы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
115	4 шаг	нахождение оптимального плана перевозки продукции																
116	Ф1	90	B11	B21	B41				B12	B32	B52				B23	B33	B53	
117		П1	20	30	55	105		П2	40	50	30	120		П3	60	100	160	320
118	A3	30	3	4	1	тарифы	A3	40	1	1	2	тарифы	A3	125	2	3	1	тарифы
119	A5	30	1	3	5	тарифы	A5	40	2	3	5	тарифы	A5	100	3	5	1	тарифы
120	A9	30	2	5	3	тарифы	A9	40	1	4	3	тарифы	A9	75	5	4	1	тарифы
121	Aф	15	0	0	0								Aф	20	0	0	0	
122		90						120						300				
123	затраты		20	30	55	перевозки	затраты		40	50	30	перевозки	затраты		60	100	160	перевозки
124	175	30	0	0	30	перевозки	230	40	0	40	0	перевозки	535	125	45	80	0	перевозки
125		30	15	15	0	перевозки		40	30	10	0	перевозки		100	15	0	85	перевозки
126		30	5	0	25	перевозки		40	10	0	30	перевозки		75	0	0	75	перевозки
127		15	0	15	0	перевозки		итого затраты			940	перевозки		20	0	20	0	перевозки
128	5 шаг	суммарный доход		4280														

Рис. 8. Нахождение оптимального плана перевозки продукции первой фирмой и расчёт её суммарного дохода

Аналогичные действия выполняются каждой фирмой. Выигрывает фирма, получившая максимальный доход.

**Выводы.** Преимущество представленного выше занятия по сравнению с традиционным обучением заключается в том, что построенная в форме деловой игры, такая лабораторная работа является методом эффективного обучения, поскольку снимает противоречия между абстрактным характером учебного предмета и реальным характером профессиональной деятельности.

В заключении следует отметить, что рациональное сочетание компьютерных средств и нетрадиционных методов обучения создаёт условия для качественной профессиональной подготовки будущих специалистов.

### Библиографический список

1. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. М.: Дрофа, 2006. 552 с.
2. Карманов, В.Г. Математическое программирование: учеб. пособие / В.Г. Карманов. 5-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 264 с.
3. Козлов, С.М. Руководство к решению задач математического программирования в среде MS Excel / С.М. Козлов, В.П. Грибкова. Минск: ВУЗ-ЮНИТИ, 2003. 61 с.
4. Кузнецов, А.В. Высшая математика. Математическое программирование: учебник для экономич. спец. вузов / А.В. Кузнецов, А.В. Сакович, Н.И. Холод; под ред. А.В. Кузнецова. Минск: Вышэйшая школа, 2001. 448 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.

УДК 378

**О. В. Куликова**

кандидат педагогических наук, доцент

**И. В. Куликова**

Уральский государственный университет путей сообщения,  
г. Екатеринбург, Россия

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ СОБЫТИЙ В КУРСЕ МАТЕМАТИКИ В ТРАНСПОРТНОМ ВУЗЕ

**Аннотация.** В статье представлено методическое обеспечение лабораторно-практических занятий для изучения вероятностных закономерностей со студентами первых курсов в транспортном вузе. Выделяются различия в требованиях к уровню подготовки специалистов и бакалавров. Изучение понятия вероятности события осуществляется с использованием имитационного моделирования с помощью системы компьютерной математики *Mathcad*. Формирование общекультурных компетенций специалистов и бакалавров техники и технологии наземного транспорта в рамках дисциплины «Математика» создает условия для вовлечения их в учебно-исследовательскую деятельность.