

## ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ MATHEMATICA ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

*Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, математическое программирование, система компьютерной математики «Mathematica».*

*Статья посвящена проблеме использования информационно-коммуникационных технологий в обучении математическим дисциплинам студентов технологического профиля. В качестве одного из средств информационно-коммуникационных технологий, а также в качестве среды для подготовки и использования педагогических программных продуктов, предназначенных для обучения математике, предлагается применять систему компьютерной математики «Mathematica».*

*Keywords: information and communication technologies, mathematical programming, system of computer mathematics «Mathematica».*

*The article is devoted to the problem of the use of information and communication technologies in the teaching of mathematical disciplines to the students of the technological profile. As a means of information and communication technologies as a medium for training and use of educational software products designed for teaching mathematics are invited to apply a system of computer mathematics «Mathematica».*

Профессиональное образование будущего технолога предполагает весьма серьезную математическую подготовку. Математические методы, основные понятия и элементы анализа востребованы в различных специальных дисциплинах [3, С. 309].

Практически все изучаемые обще-, социально- и специальные технологические дисциплины взаимосвязаны с тем или иным узловым разделом математики, поэтому качественная и тщательная фундаментальная подготовка студентов технологических специальностей вузов невозможна без эффективного методико-методологического обеспечения и использования современных информационно-коммуникационных технологий.

Последние служат средствами обучения математике в высших учебных заведениях по технологическим специальностям, поскольку современное образование немислимо без использования новейших информационно-коммуникационных технологий. С этим же утверждением согласно большинство преподавателей высших школ, этому же аспекту посвящены многие научно-педагогические исследования.

Для обучения студентов на технологических факультетах используются следующие виды ИКТ: сотовая связь, ресурсы Интернет, программные прикладные средства. Среди последних можно выделить: табличные и текстовые процессоры, интегрированные пакеты, компьютерные математические системы (КМС).

КМС позволяют оптимизировать процессы обучения студентов технологических ВУЗов за счет экономии времени для анализа решаемых задач. КМС, как совокупность теоретико-методических и программно-аппаратных средств, позволяют производить математические вычисления с высокой степенью точности и результативности. Кроме этого одним из важнейших, на наш взгляд, преимуществ КМС является возможность вытравивать сложные

цепочки вычислительных алгоритмов с визуализацией процессов и данных, получаемых в ходе обработки [2, С. 296].

Мы считаем, что наиболее оптимальным выбором является КМС Mathematica, во-первых, потому что данный продукт содержит все алгоритмы, изучаемые в курсе высшей математики не только технологических, но и технических вузов, а следовательно, полнота охвата максимальная. Во-вторых, и это особенно значимо в свете интеграции обучения и научных исследований между странами, в ЕС и США КМС Mathematica полностью включена в систему высшего образования. Главное преимущество КМС Mathematica, делающее ее бесспорным лидером среди других систем высокого уровня, состоит в том, что эта система получила сегодня очень широкое распространение не только как научное, но и как прикладное решение [5, С. 365].

Поэтому для обучения в высших учебных заведениях технологического профиля выбор в пользу КМС Mathematica очевиден. С целью обоснования эффективности использования КМС Mathematica в обучении студентов нами был проведен педагогический эксперимент, состоящий из 3 этапов, в ходе которого студентам было предложено решить задачу целочисленного программирования (задача производства неделимой продукции). Первая стадия эксперимента состояла в решении задачи традиционным способом, на второй стадии студенты решали задачу с помощью КМС Mathematica. Для эксперимента были привлечены студенты, уже обладающие навыками работы с ИКТ и КМС.

### **Условия задачи**

Мебельное предприятие выпускает книжные полки, тумбу под телевизоры и три вида набора мебели. Характеристики каждого вида продукции приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Характеристики продукции**

Показатель	Вид продукции				
	Набор мебели			Книжные полки	Тумба под ТВ
	1	2	3		
Оптовая цена, тыс. руб.	7,2	14,3	26,9	0,243	1,5
Прибыль от реализации, тыс. руб.	2,4	4,5	8,9	0,06	0,45

При условии получения максимальной прибыли объем товарной продукции в денежном выражении должен составить не менее 459,31 тыс. руб. Ситуация со сбытом продукции сложилась следующая. Книжными полками рынок насыщен, поэтому торговые организации уменьшили объем договоров до 10 тыс. шт. Тумбы для телевизоров могут быть реализованы в объемах от 4 до 7 тыс. шт., наборы мебели вида 2 - от 7 до 10 тыс. шт. Спрос на наборы мебели видов 1 и 3 не ограничен, и требуется не менее 10 тыс. шт. Предприятие работает в две смены, эффективное время работы каждой машины – 3945 ч. Необходимо оптимизировать производственную программу предприятия.

Предприятие имеет технологическое оборудование, количество которого и нормы затрат времени на изготовление единицы продукции каждого вида приведены в таблице 2.

**Таблица 2 - Оборудование предприятия и нормы затрат времени**

Наименование оборудования	Количество шт.	Вид продукции				
		Набор мебели			Книжные полки	Тумба под ТВ
		1	2	3		
Линия раскроя древесностружечных плит	2	0,068	0,096	0,207	0,018	0,042
Гильотинные ножницы	1	0,045	0,080	0,158	0,011	0,035
Линия облицовки	2	0,132	0,184	0,428	0,020	0,060
Линия обрезки кромок	2	0,057	0,082	0,230	0,010	0,028
Лаконаливная машина	2	0,063	0,090	0,217	0,010	0,032
Полировальные станки	4	0,170	0,280	0,620	0,020	0,096

**Решение задачи с помощью КМС Mathematica**

Построение экономико-математической модели:

Переменные	$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ - объем продукции каждого вида. Каждая машина работает в две смены, эффективное время работы - 3945 ч. Определим фонд времени работы оборудования каждого типа (ч): 2*3945=7890 (линия раскроя), 1*3945=3945 (гильотинные ножницы), 2*3945=7890 (линия облицовки), 2*3945=7890 (линия обрезки кромок), 2*3945=7890 (лаконаливная машина), 4*3945=15780 (полировальные станки).
Целевая функция	$F = 2,4x_1 + 4,5x_2 + 8,9x_3 + 0,06x_4 + 0,45x_5 \rightarrow \max$
Ограничения по объемам товарной продукции (тыс. руб.)	$7,2x_1 + 14,3x_2 + 26,9x_3 + 0,243x_4 + 1,5x_5 \geq 459,31$
Ограничения по фонду времени работы оборудования (ч)	$\begin{cases} 0,068x_1 + 0,096x_2 + 0,207x_3 + 0,018x_4 + 0,042x_5 \leq 7890 \\ 0,045x_1 + 0,080x_2 + 0,158x_3 + 0,011x_4 + 0,035x_5 \leq 3945 \\ 0,132x_1 + 0,184x_2 + 0,428x_3 + 0,020x_4 + 0,060x_5 \leq 7890 \\ 0,057x_1 + 0,082x_2 + 0,230x_3 + 0,010x_4 + 0,028x_5 \leq 7890 \\ 0,063x_1 + 0,090x_2 + 0,217x_3 + 0,010x_4 + 0,032x_5 \leq 7890 \\ 0,170x_1 + 0,280x_2 + 0,620x_3 + 0,020x_4 + 0,096x_5 \leq 15780 \end{cases}$
Ограничения на объемы выпускаемой продукции (шт.)	$\begin{cases} x_1 \geq 10000 \\ 7000 \leq x_2 \leq 10000 \\ x_3 \geq 10000 \\ x_4 \geq 10000 \\ 4000 \leq x_5 \leq 7000 \end{cases}$
Прямые ограничения	$x_{1,2,3,4,5} \geq 0, x_{1,2,3,4,5} - \text{целые}$

Последовательность этапов решения оптимизационной задачи по производству неделимой продукции в КМС Mathematica представлена на рисунке 1.

**Ответ:**

Для получения максимальной прибыли (164166 руб.) необходимо произвести: 10002 наборов мебели вида 1, 10000 наборов мебели вида 2, 10490 наборов мебели вида 3, 4000 тумб под ТВ. Книжные полки в этом месяце производить не нужно.

Полученные в ходе педагогического эксперимента данные представлены в таблице 3. Очевидно, что для студентов, которые уже обладают определенными навыками работы в КМС, решение задачи с помощью Mathematica занимает всего 4,1 – 6 мин. (разброс обусловлен умениями студента быстро вводить данные и быстродействием процессора). В то же время традиционное решение задачи даже с использованием табличных редакторов типа Excel занимает порядка 17 – 23 мин.

1. Определим целевую функцию.

$$F = 2.4x[1] + 4.5x[2] + 8.9x[3] + 0.06x[4] + 0.45x[5];$$

2. Определим ограничения функции.

$$Q = \{7.2x[1] + 14.3x[2] + 26.9x[3] + 0.243x[4] + 1.5x[5] \geq 459.31,$$

$$0.068x[1] + 0.096x[2] + 0.207x[3] + 0.018x[4] + 0.042x[5] \leq 7890,$$

$$0.045x[1] + 0.080x[2] + 0.158x[3] + 0.011x[4] + 0.035x[5] \leq 3845,$$

$$0.132x[1] + 0.184x[2] + 0.428x[3] + 0.020x[4] + 0.060x[5] \leq 7890,$$

$$0.057x[1] + 0.082x[2] + 0.230x[3] + 0.010x[4] + 0.028x[5] \leq 7890,$$

$$0.063x[1] + 0.090x[2] + 0.217x[3] + 0.010x[4] + 0.032x[5] \leq 7890,$$

$$0.170x[1] + 0.280x[2] + 0.620x[3] + 0.020x[4] + 0.096x[5] \leq 15780, x[1] \geq 10000,$$

$$7000 \leq x[2] \leq 10000, x[3] \geq 10000, x[4] \leq 10000, 4000 \leq x[5] \leq 7000, x[1] \geq 0, x[2] \geq 0,$$

$$x[3] \geq 0, x[4] \geq 0, x[5] \geq 0, \{x[1], x[2], x[3], x[4], x[5]\} \in \text{Integers}\};$$

Ограничение  $\{x[1], x[2], x[3], x[4], x[5]\} \in \text{Integers}$  определяет условие целочисленности.

3. Определим список переменных по которым выполняется поиск экстремум функции.

$$V = \{x[1], x[2], x[3], x[4], x[5]\};$$

4. Определение максимума целевой функции

$$\text{Maximize}\{F, Q, V\}$$

$$\{164166., \{x[1] \rightarrow 10002, x[2] \rightarrow 10000, x[3] \rightarrow 10490, x[4] \rightarrow 0, x[5] \rightarrow 4000\}\}$$

**Рис. 1 – Решение задачи по производству неделимой продукции в КМС Mathematica**

**Таблица 3 - Обобщенные данные о проведенном эксперименте по использованию КМС Mathematica для обучения студентов**

Оцениваемый параметр	КМС Mathematica	Традиционное решение задачи
1	2	3
1. Скорость решения задачи, всего (мин.), в том числе:	4,1 – 6	17 – 23
1.1. построение экономико-математической модели	1,5 – 2	5 – 6
1.2. определение целевой функции	0,5 – 1	2 – 3
1.3. определение ограничений функции	1,5 – 2	8 – 10
1.4. определение списка переменных, по которым выполняется поиск экстремума функции	0,3 – 0,5	1 – 2
1.5. определение максимума целевой функции	0,3 – 0,5	1 – 2

	1	2	3
2.Точность и правильность решения задачи в %		~ 100%	~ 70 – 80%
3. Визуализация проведенных расчетов		Имеется	Не имеется
4.Дополнительные умения и навыки			
4.1.развитие логико-математического мышления		Имеется	Имеется
4.2.освоение информационных технологий		Имеется	Не имеется
4.3.получение навыков программирования		Имеется	Не имеется

Стоит обратить внимание на точность и правильность решения задачи. Использование КМС Mathematica дает возможность решить задачу точно и правильно практически в 100% случаев (при условии обладания студентами навыков работы с КМС),

В свою очередь, традиционное решение задачи показывает, что порядка 20 – 30% всех студентов, которые приняли участие в вышеописанном эксперименте, допускают ошибки в решении. Кроме этого, традиционный способ решения задач не предполагает визуализации полученных результатов, в то время как КМС Mathematica позволяет это делать на каждом этапе расчета.

Еще один весьма важный момент – это получение студентами дополнительных умений и навыков. В частности традиционные способы решения задач развивают только логико-математическое мышление и не дают возможности получить навыки программирования и освоения информационных технологий, столь необходимых современному технологю.

В то же время выявлено, что после ознакомления студентов с возможностями КМС Mathematica и обучения их работе с указанной системой 95% студентов высоко оценили вычислительные возможности системы, 91% указали на то, что в будущей профессиональной финансово-экономической деятельности система необходима. Кроме этого, 87,5% студентов указали, что сочетание режимов вычисления, графики и программирования делает КМС Mathematica наиболее привлекательным программным инструментом.

Таким образом, краткое обобщение итогов проведенных экспериментов показывает, что гипотеза о целесообразности использования информационных технологий (в частности, КМС Mathematica) в математической подготовке студентов находит свое обоснованное подтверждение.

## Литература

1. Васильев А.Н. Mathematica Практический курс с примерами решения прикладных задач. / А.Н. Васильев. К.: Век+, СПб: КОРОНА-ВЕК, 2008. 448 с.
2. Вдовина С.В. Роль самостоятельной работы в процессе общехимической подготовки бакалавров / С.В. Вдовин, О.С. Григорьева, Р.Л. Будкевич // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №2. – С. 295-298.
3. Голубева И.Л., Альтапов М.А. Организация дистанционного консультирования студентов заочного обучения с помощью современных компьютерных технологий. Вестник Казанского технологического университета. -2013. -№7. – С 309-311.
4. Использование современных информационных и коммуникационных технологий в учебном процессе: учебно-методическое пособие / Авторы-составители: Д.П. Тевс, В.Н. Подковырова, Е.И. Апольских, М.В. Афонина, Барнаул: БГПУ, 2006. -С.12.
5. Ларионов Н.И. Формирование профессиональных навыков у студентов технического вуза / Н.И.Ларионов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №4. – С. 364-367.
6. Хакимова А. А. Дистанционное обучение математике с использованием компьютерной математической системы MATHEMATICA при подготовке специалистов экономического профиля / А. А. Хакимова // Образование. Наука. Научные кадры. – 2011. – № 4. – С. 233-237.
7. Хакимова А. А. Использование компьютерной математической системы MATHEMATICA при дистанционном обучении математике в вузах экономического профиля / А. А. Хакимова // Психология и психотехника. – 2011. – № 6. – С. 99-106.
8. Хакимова А. А. Использование системы компьютерной математики «Mathematica» при дистанционном обучении математике в вузах экономического профиля / А. А. Хакимова // Педагогическое образование и наука. – 2010. – № 9. – С. 21-25.
9. Хакимова А. А. Методика решения задач линейного программирования с использованием компьютерной математической системы «Mathematica» / А. А. Хакимова // Педагогическое образование и наука. – 2010. – № 6. – С. 107-111.
10. Хакимова А. А. Модель использования информационно-коммуникационных технологий при дистанционном обучении математике в вузах экономического профиля / А. А. Хакимова // Психология и психотехника. – 2011. – № 9. – С. 71-79.