

С. В. Колисниченко¹, М. К. Мишенина², Е. В. Шевчук²✉

Практико-ориентированный подход как мотивация студентов к изучению математических дисциплин

¹ Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева,
г. Петропавловск, Республика Казахстан

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: evshevch@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы внедрения в учебный процесс образовательных технологий, соответствующих таким мегатрендам, как практико-ориентированное образование и цифровая трансформация общества. На примере дисциплины «Математическое программирование» рассмотрен вариант реализации практико-ориентированного подхода с использованием цифровых технологий. В рамках изучаемой дисциплины в качестве одной из лабораторных работ обучающимся было предложено творческое научно-исследовательское задание, целью которого являлась демонстрация применения изученных методов математического программирования для реализации конкретных практических задач с использованием цифровых технологий. Эксперимент показал свою эффективность: обучающиеся представили проекты, в которых с использованием цифровых технологий реализовали на практике полученные теоретические знания. Сделан вывод о повышении мотивации обучающихся к изучению математических дисциплин посредством реализации практико-ориентированного подхода.

Ключевые слова: цифровая трансформация, практико-ориентированное обучение, математические дисциплины

S. V. Kolisnichenko¹, M. K. Mishenina², E. V. Shevchuk²✉

Practice-oriented Approach as a Motivation for Students to Study Mathematical Disciplines

¹Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: evshevch@mail.ru

Abstract. The article considers current issues of introducing educational technologies into the educational process that correspond to such megatrends as practice-oriented education and digital transformation of society. Using the discipline "Mathematical programming" as an example, a variant of implementing a practice-oriented approach using digital technologies is considered. Within the framework of the studied discipline, as one of the laboratory works, students were offered a creative research task, the purpose of which was to demonstrate the application of the studied methods of mathematical programming to implement specific practical problems using digital technologies. The experiment proved its effectiveness. Students presented projects in which they implemented the acquired theoretical knowledge in practice using digital technologies. A conclusion is made about increasing the motivation of students to study mathematical disciplines through the implementation of a practice-oriented approach.

Keywords: digital transformation, practice-oriented learning, mathematical disciplines

Введение

Подготовка конкурентоспособного специалиста – одна из ключевых задач в рамках обеспечения качества образования [1, 2].

Конкурентоспособность выпускника – совокупность личностных и профессиональных характеристик, обеспечивающих преимущества данного выпускника с точки зрения его успешной социализации, востребованности на современном рынке труда.

Процессы цифровой трансформации, как следующий этап информатизации, являются мегатрендом современного общества. Проблемы, опыт и перспективы информатизации и цифровизации образования в полной мере отражены в современных научных исследованиях [3-5].

В связи с вышеизложенным, одной из актуальных проблем модернизации высшей школы является внедрение в учебный процесс:

- практико-ориентированных педагогических технологий, повышающих качество и эффективность образовательного процесса, способствующих развитию познавательных потребностей, уровня мотивации у обучающихся, с учетом их особенностей с точки зрения «теории поколений» [1, 2, 6-8];
- цифровых сервисов и систем, как в качестве вспомогательных образовательных технологий, так и в качестве современных инструментов решения практических задач.

Методы и материалы

Сущность практико-ориентированного обучения заключается в построении учебного процесса на основе единства эмоционально-образного и логического компонентов содержания; приобретении новых знаний и формировании практического опыта их использования при решении жизненно важных задач и проблем [8].

В качестве одного из способов реализации практико-ориентированного подхода в рамках дисциплины «Математическое программирование» в одной из лабораторных работ обучающимся была предложена творческая научно-исследовательская работа, целью которой являлась демонстрация применения изученных методов математического программирования для реализации конкретных практических задач с использованием цифровых технологий.

Эксперимент показал свою эффективность, обучающиеся представили проекты, в которых реализовали на практике полученные теоретические знания.

Один из успешно реализованных проектов – применение метода линейного программирования при решении задачи распределения ресурсов предприятия для производства продукции и максимизации прибыли от ее выпуска.

Для достижения поставленной цели требовалось выполнить ряд задач:

- 1) определить практическую значимость метода решения задач линейного программирования;
- 2) построить математическую модель задачи распределения ресурсов;

3) разработать автоматизацию задачи распределения ресурсов с использованием функционала Excel;

4) определить возможные задачи профессиональной деятельности, решение которых можно было бы реализовать с использованием методов математического программирования.

Построение модели линейного программирования включает несколько этапов: определение переменных, формулировку целевой функции (подлежащей максимизации или минимизации), а также запись ограничений в виде системы линейных уравнений или неравенств.

Типовая задача на распределение ресурсов выглядит следующим образом [9].

Предположим, предприятие имеет n типов ресурсов $S_1, S_2, \dots, S_n$ в количествах $b_1, b_2, \dots, b_n$ единиц соответственно. Эти ресурсы используются для производства m типов изделий $I_1, I_2, \dots, I_m$. Для изготовления одной единицы изделия I_j требуется a_{ij} единиц ресурса S_i ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$). Прибыль от реализации одной единицы изделия I_m составляет c_j единиц. Необходимо определить оптимальный план выпуска изделий, который максимизирует общую прибыль предприятия.

План разработки математической модели задачи распределения ресурсов:

1) необходимо определить переменные и их количество; введем следующие обозначения: пусть $x_1, x_2, \dots, x_m$ – количество изделий $I_1, I_2, \dots, I_m$, которые может производить предприятие;

2) далее требуется определить целевую функцию, зависящую от $x_1, x_2, \dots, x_m$; в данном типе задач целевая функция определяется как общая прибыль, получаемая предприятием от реализации всех произведенных изделий. Она может быть записана в следующем виде:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_m) = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_m \cdot x_m = \sum_{j=1}^m c_j \cdot x_j \rightarrow \max \quad (1);$$

3) затем формулируются ограничения рассматриваемой задачи (зная количество ресурсов каждого вида, идущее на изготовление одной единицы изделия, и запасы ресурсов, можно составить следующую систему ограничений:

$$\begin{cases} S_1 : a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1m} \cdot x_m \leq b_1; \\ S_2 : a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2m} \cdot x_m \leq b_2; \\ \dots \\ S_n : a_{n1} \cdot x_1 + a_{n2} \cdot x_2 + \dots + a_{nm} \cdot x_m \leq b_n. \end{cases} \quad (2)$$

Исходя из логики задачи, на переменные налагаются дополнительные условия, требующие неотрицательности их значений:

$$\begin{cases} x_1 \geq 0; \\ x_2 \geq 0; \\ \dots \\ x_n \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

Целочисленность переменных. В зависимости от условия задачи переменные можно ограничить таким образом, что все переменные будут найдены в целочисленном виде:

$$\begin{cases} x_1 - \text{целое}; \\ x_2 - \text{целое}; \\ \dots \\ x_n - \text{целое}. \end{cases} \quad (4)$$

Условие задачи. Предприятие производит четыре вида продукции (рамки для фотографий, шкатулки, подставки и фигурки) используя пять типов ресурсов (дерево, краска, лак, инструменты и материалы для декорирования). Данные о ресурсах, потребности в ресурсах для производства каждой единицы продукции и прибыли от реализации каждой единицы продукции представлены в таблице на рис. 1. Задача состоит в определении количества рамок, шкатулок, подставок и фигурок, которые необходимо произвести, чтобы максимизировать прибыль.

Вид ресурсов	Запас ресурсов (усл. ед)	Норма расхода на единицу каждого вида изделия			
		рамка	шкатулка	подставка	фигурка
дерево	350	5,6	3,4	3,3	2,5
краска	400	2,2	5,8	2,1	3,5
лак	570	4,9	0,4	2,9	6,2
инструменты	200	2,2	0,9	1,1	2,1
материалы для декорирования	330	5,7	4,6	2,7	3,6
Прибыль от реализации изделия (руб)		26	21	39	28

Рис. 1. Условие задачи распределения ресурсов предприятия

Требуется составить такой план выпуска продукции, при котором суммарная прибыль предприятия от реализации всей продукции была бы максимальной.

Для решения сформулированной задачи составлена ее математическая модель по схеме, приведенной выше, для этого выполняются следующие шаги.

Определяются переменные и их количество. Вводятся следующие обозначения: x_1 – количество рамок для фотографий, x_2 – количество шкатулок, x_3 –

количество подставок, x_4 – количество фигурок, которые может выпускать предприятие.

Указывается целевая функция. Суммарная прибыль, получаемая предприятием от реализации x_1 единиц рамок, x_2 единиц шкатулок, x_3 единиц подставок и x_4 единиц фигурок, может быть записана в виде:

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4) = 26 \cdot x_1 + 21 \cdot x_2 + \dots + 39 \cdot x_3 + 28 \cdot x_4 \rightarrow \max. \quad (5)$$

Сформулируем ограничения рассматриваемой задачи.

Ограничения на ресурсы. Учитывая количество ресурсов каждого вида, идущих на изготовление одной единицы изделия, и запасы ресурсов, можно организовать следующую систему ограничений:

$$\begin{cases} 5,6 \cdot x_1 + 3,4 \cdot x_2 + 3,3 \cdot x_3 + 2,5 \cdot x_4 \leq 350; \\ 2,2 \cdot x_1 + 5,8 \cdot x_2 + 2,1 \cdot x_3 + 3,5 \cdot x_4 \leq 400; \\ 4,9 \cdot x_1 + 0,4 \cdot x_2 + 2,9 \cdot x_3 + 6,2 \cdot x_4 \leq 570; \\ 2,2 \cdot x_1 + 0,9 \cdot x_2 + 1,1 \cdot x_3 + 2,1 \cdot x_4 \leq 200; \\ 5,7 \cdot x_1 + 4,6 \cdot x_2 + 2,7 \cdot x_3 + 3,6 \cdot x_4 \leq 330. \end{cases} \quad (6)$$

Задача оптимизации производства предполагает ограничение ресурсов. Система ограничений гарантирует, что потребление каждого ресурса не превышает его доступное количество.

Неотрицательность переменных обусловлена физическим смыслом задачи, нулевое значение переменной означает отсутствие выпуска соответствующего изделия: ($x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$).

Для повышения точности модели целесообразно ввести условие целочисленности переменных: x_1, x_2, x_3, x_4 – целые.

После того, как составлена математическая модель задачи, можно решить ее, автоматизировав решение с помощью надстройки «Поиск решения» в среде Excel.

Для этого необходимо создать две таблицы.

Первая таблица содержит данные о ресурсах: доступное количество, расход на единицу продукции каждого типа, а также рассчитанные значения расхода ресурсов и остатков (рис. 2).

Вторая таблица содержит переменные модели (x_1, x_2, x_3, x_4), которые изначально устанавливаются равными нулю. Ячейки, содержащие эти переменные, должны быть указаны как изменяемые в настройках «Поиска решения» (рис. 3).

В отдельной ячейке (F14) введена формула целевой функции, которая для решаемой задачи имеет вид =E8*E12+F8*F12+G8*G12+H8*H12. Эта формула вычисляет суммарную прибыль или другой целевой показатель в зависимости от значений переменных.

Ограничения по ресурсам задаются формулами (например, '=E3*\$E\$12+F3*\$F\$12+G3*\$G\$12+H3*\$H\$12'), которые вычисляют общий

расход каждого ресурса. Эти формулы должны быть связаны с соответствующими ячейками, содержащими данные о доступном количестве ресурсов, через неравенства ($\leq$) в настройках «Поиска решения».

В ячейку D3 занесена формулу для вычисления остатков дерева $=B3-C3$ и скопирована автозаполнением в ячейки D4, D5 D6 и D7 (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вид ресурса	Запас ресурса	Расход ресурса	Остаток ресурса	Расход ресурса на 1 изделие			
2					рамка	шкатулка	подставка	фигурка
3	дерево	350	0	350	5,6	3,4	3,3	2,5
4	краска	400	0	400	2,2	5,8	2,1	3,5
5	лак	570	0	570	4,9	0,4	2,9	6,2
6	инструменты	200	0	200	2,2	0,9	1,1	2,1
7	материалы для декорирования	330	0	330	5,7	4,6	2,7	3,6
8	Прибыль от реализации изделия (тыс. руб)				26	21	39	28
9								
10		Выпускаемое изделие			рамка	шкатулка	подставка	фигурка
11		Переменная			x1	x2	x3	x4
12		Кол-во выпускаемых изделий (шт.)			0	0	0	0
13								
14		Суммарная прибыль $F(x1, x2) =$			0	тыс. руб.		

Рис. 2. Заполнение исходных данных и подготовка к решению задачи

Для оптимизации производства необходимо обратиться к надстройке «Поиск решения» в Excel. Она активируется через вкладку «Данные». В настройках «Поиска решения» указывается целевая ячейка (содержащая формулу расчета прибыли), выбран режим максимизации.

Затем определяются изменяемые ячейки – те, которые содержат значения переменных (количество каждого вида продукции). Важно, чтобы целевая функция зависела от этих переменных.

Далее, добавлены ограничения. Первая группа ограничений – по ресурсам: расход каждого ресурса не должен превышать его доступное количество. Это задается соответствующими неравенствами в настройках «Поиска решения» (рис. 3).

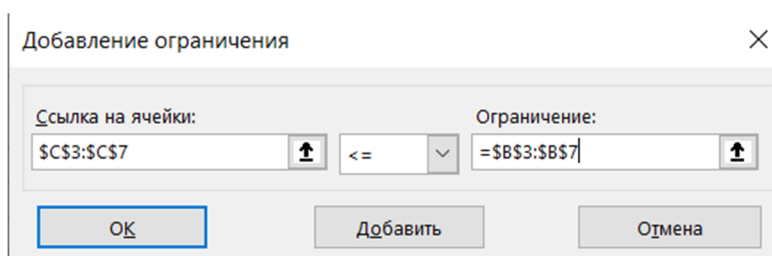


Рис. 3. Добавление ограничения на ресурсы

Задание таких ограничений означает, что расход каждого из имеющихся ресурсов не должен превышать его запаса на предприятии.

Вторая группа ограничений – неотрицательность переменных (количество продукции не может быть отрицательным). Это устанавливается путем задания условий типа ≥ 0 для каждой переменной (рис. 4).

Добавление ограничения

Ссылка на ячейки:

Ограничение:

Рис. 4. Добавление ограничения неотрицательности переменных

Теперь все ограничения занесены. Выбран метод решения – «Поиск решения лин. задач симплекс методом». Все настройки функции Поиск решения выглядят следующим образом (рис. 5).

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: ☒ Максимум ☐ Минимум ☐ Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

☒ Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения
Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Рис. 5. Параметры поиска решения при оптимизации распределения ресурсов

После запуска «Поиска решения» получено оптимальное решение, показывающее наибольшую прибыль при заданных ограничениях (рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вид ресурса	Запас ресурса	Расход ресурса	Остаток ресурса	Расход ресурса на 1 изделие			
2					рамка	шкатулка	подставка	фигурка
3	дерево	350	350	0	5,6	3,4	3,3	2,5
4	краска	400	222,727273	177,272727	2,2	5,8	2,1	3,5
5	лак	570	307,575758	262,424242	4,9	0,4	2,9	6,2
6	инструменты	200	116,666667	83,333333	2,2	0,9	1,1	2,1
7	материалы для декорирования	330	286,363636	43,636363	5,7	4,6	2,7	3,6
8	Прибыль от реализации изделия (руб)				26	21	39	28
9								
10		Выпускаемое изделие			рамка	шкатулка	подставка	фигурка
11		Переменная			x1	x2	x3	x4
12		Кол-во выпускаемых изделий (шт.)			0	0	106,06061	0
13								
14		Суммарная прибыль F(x1, x2) =			4136,364	руб.		

Рис. 6. Результат оптимизации производства

Как видно из полученных результатов, чтобы получить наибольшую прибыль, предприятие должно выпускать подставки в количестве 106,06, а остальные изделия не выпускать вообще. Тогда прибыль составит 4136,364 руб., а ресурсы будут расходоваться с учетом их запасов.

Для повышения точности модели можно добавить условие целочисленности переменных, запрещая дробные значения количества продукции. Это делается в настройках «Поиска решения» (рис. 7).

Добавление ограничения
×

Ссылка на ячейки:
Ограничение:

Рис. 7. Условие целочисленности переменных

Включение этого условия меняет оптимальное решение (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вид ресурса	Запас ресурса	Расход ресурса	Остаток ресурса	Расход ресурса на 1 изделие			
2					рамка	шкатулка	подставка	фигурка
3	дерево	350	349,8	0,2	5,6	3,4	3,3	2,5
4	краска	400	222,6	177,4	2,2	5,8	2,1	3,5
5	лак	570	307,4	262,6	4,9	0,4	2,9	6,2
6	инструменты	200	116,6	83,4	2,2	0,9	1,1	2,1
7	материалы для декорирования	330	286,2	43,8	5,7	4,6	2,7	3,6
8	Прибыль от реализации изделия (руб)				26	21	39	28
9								
10		Выпускаемое изделие			рамка	шкатулка	подставка	фигурка
11		Переменная			x1	x2	x3	x4
12		Кол-во выпускаемых изделий (шт.)			0	0	106	0
13								
14		Суммарная прибыль F(x1, x2) =			4134	руб.		

Рис. 8. Результат оптимизации с учетом целочисленности переменных

В результате видно, что значения количества выпускаемых изделий обновились на целые, как и суммарная прибыль от выпуска продукции.

В реальности, если предприятие выпускает какие-то виды продукции, то даже если выпуск данного вида продукции менее выгоден, чем другого, то все равно у предприятия может быть конкретный план по выпуску определенного числа изделий. Это можно учесть, добавив соответствующие ограничения типа '>=' в настройках «Поиска решения», указав минимально допустимое количество каждого изделия (укажем 10 штук) (рис. 9).

Рис. 9. Ограничение на минимальное количество произведенных изделий

Это приведет к новому оптимальному решению, которое будет учитывать все заданные условия. Полученные результаты будут показывать максимальную прибыль с учетом всех ограничений, включая минимальные объемы выпуска (рис. 10).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Вид ресурса	Запас ресурса	Расход ресурса	Остаток ресурса	Расход ресурса на 1 изделие			
2					рамка	шкатулка	подставка	фигурка
3	дерево	350	346	4	5,6	3,4	3,3	2,5
4	краска	400	262	138	2,2	5,8	2,1	3,5
5	лак	570	318	252	4,9	0,4	2,9	6,2
6	инструменты	200	129	71	2,2	0,9	1,1	2,1
7	материалы для декорирования	330	328	2	5,7	4,6	2,7	3,6
8	Прибыль от реализации изделия (руб)				26	21	39	28
9								
10		Выпускаемое изделие			рамка	шкатулка	подставка	фигурка
11		Переменная			x1	x2	x3	x4
12		Кол-во выпускаемых изделий (шт.)			10	10	70	10
13								
14		Суммарная прибыль F(x1, x2) =			3480	руб.		

Рис. 10. Результат с учетом минимального количества выпускаемых изделий

В результате видно, что предприятию нужно выпустить по 10 штук рамок, шкатулок и фигурок, а подставки – в количестве 70 штук. Тогда прибыль от их реализации будет равна 3480 руб.

Результаты

В ходе исследовательских работ обучающиеся продемонстрировали умение использовать методы целочисленного программирования на практике.

Итогом внедрения предложенного подхода явилось то, что порядка 80 процентов студентов 2 курса смогли успешно и грамотно реализовать проекты, предполагающие демонстрацию использования изученных методов математического программирования для решения практических задач с использованием цифровых инструментов.

Порядка 50 процентов студентов реализовали проекты на уровне, соответствующему уровню курсового проектирования.

Заключение

В качестве вывода можно отметить, что, в целом, внедрение в учебный процесс практико-ориентированных педагогических технологий в рамках конкретной дисциплины повышает результативность и эффективность образовательного процесса, способствует развитию познавательных потребностей, повышает уровень мотивации у обучающихся, формирует навыки применения теоретических знаний в практической деятельности, тем самым повышая интерес к дисциплине и являясь своеобразной пропедевтикой для выполнения выпускных квалификационных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Президент. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года: Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 N 309.
2. Григоренко, О. В. Независимая оценка качества образования: опыт и перспективы / О. В. Григоренко, А. С. Рванова, А. А. Таджигитов // Актуальные вопросы образования. – 2018. – № 1. – С. 34–38. – EDN XWDPKX.
3. Петрова, М. А. Цифровые компетенции: цифровая дидактика / М. А. Петрова // Актуальные вопросы образования. – 2023. – № 3. – С. 116–123. – EDN JHIEXP.
4. Логачева, О. М. О некоторых примерах внедрения цифровых технологий в преподавании математических дисциплин / О. М. Логачева, А. В. Логачев // Актуальные вопросы образования. – 2022. – № 3. – С. 81–86. – EDN CUVRED.
5. Bygstad B., Ovrelid E., Ludvigsen S., Daehlen M. From dual digitalization to digital learning space: Exploring the digital transformation of higher education // Computers and Education. 2022. Vol. 182. Arc. 104463
6. Ерохина, П. В. Наука и поколение Z / П. В. Ерохина, Н. И. Мартишина // Научный вестник Омской академии МВД России. – 2024. – Т. 30, № 4(95). – С. 378–383. – EDN EHWRYW.
7. Зинурова Р. И., Никитина Т. Н., Фатхуллина Л. З. Социальные практики и социально-психологические характеристики поколения Z (по результатам фокус-группового исследования) // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 476.
8. Дохоян А. М. Реализация практико-ориентированного подхода в вузе в соответствии с ФГОС ВО // Вестник Армавирского государственного педагогического университета. 2018.

№2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-praktiko-orientirovannogo-podhoda-v-vuze-v-sootvetstvii-s-fgos-vo> (дата обращения: 15.01.2025).

9. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / И. Л. Акулич. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 348 с.

© С. В. Колисниченко, М. К. Мишенина, Е. В. Шевчук, 2025