ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕ
ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ

МРНТИ 27.37.17 **10.51889/3078-8579.2025.83.1.004**

Б.А. Досалиев [1]
[1] Академия государственного управления при Президенте КР им. Жусупа Абдрахманова, Бишкек, Кыргызстан

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В РЕШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аннотация

В условиях растущего потребления и ограничесnности ресурсов отимизация их использования становится ключевым фактором устойчивого развития. Конечно, современные технологии и методы менеджмента позволяют минимизировать потери и значительно повысить прибыль. Однако, использование экономико-метематических методов в задачах оптимизации производственных процессов играют все еще ключевую роль.

Одним из наиболее эффективных инструментов математического моделирования является линейное программирование – метод оптимизации, позволяющий находить наилучшие решения при наличии ограничений.

Линейное программирование является одним из важнейших инструментов математического моделирования. В свою очередь, математическое моделирование – это основное аналитическое средство изучения экономических процессов.

Линейное программирование широко применяется в различных экономических сферах: от планирования производства и управления запасами до транспортной логистики и финансового анализа. Его основные преимущества – возможность формального описания экономических проблем и их решения с использованием математических моделей.

В данной статье рассмотрены основные принципы линейного программирования, его ключевые методы и примеры применения в решении оптимизационных задач.

Ключевые слова: оптимизация, линейное программирование, экономико-математические методы, симплекс метод, графический метод, точки экстремума, ограничения, целевая функция.

Досалиев Б.А.[1]
[1] Жусуп Абдрахманов атындағы Қырғыз Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясы, Бішкек, Қырғызстан

ЭКОНОМИКАЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУДЕ СЫЗЫҚТЫ БАҒДАРЛАМАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Өсіп келе жатқан тұтыну және шектеулі ресурстар жағдайында оларды пайдалануды оңтайландыру тұрақты дамудың негізгі факторына айналуда. Әрине, заманауи технологиялар мен басқару әдістері шығындарды азайтуға және пайданы айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Дегенмен, өндірістік процестерді оңтайландыру мәселелерінде экономикалық-математикалық әдістерді қолдану әлі де шешуші рөл атқарады.

Математикалық модельдеудің ең тиімді құралдарының бірі сызықтық бағдарламалау – шектеулер болған кезде ең жақсы шешімдерді табуға мүмкіндік беретін оңтайландыру әдісі.

Сызықтық бағдарламалау – математикалық модельдеудің маңызды құралдарының бірі. Өз кезегінде математикалық модельдеу экономикалық процестерді зерттеудің негізгі аналитикалық құралы болып табылады.

Сызықтық бағдарламалау әр түрлі экономикалық салаларда кеңінен қолданылады: өндірісті жоспарлау мен қорларды басқарудан бастап көлік логистикасы мен қаржылық талдауға дейін. Оның негізгі артықшылықтары экономикалық есептерді формальды түрде сипаттау және оларды математикалық модельдер арқылы шешу мүмкіндігі болып табылады.

Бұл мақалада сызықтық бағдарламалаудың негізгі принциптері, оның негізгі әдістері мен оңтайландыру есептерін шешуде қолдану мысалдары қарастырылады.

Түйін сөздер: оңтайландыру, сызықтық бағдарламалау, экономикалық-математикалық әдістер, симплекс әдісі, графикалық әдіс, экстремалды нүктелер, шектеулер, мақсат функциясы.

Dosaliev B.A. [1]
[1] Academy of Public Administration under the President of the Kyrgyz Republic named after Zhusup Abdrakhmanov, Bishkek, Kyrgyzstan

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING IN SOLVING ECONOMIC PROBLEMS

Abstract

In the context of growing consumption and limited resources, optimizing their use is becoming a key factor in sustainable development. Of course, modern technologies and management methods allow us to minimize losses and significantly increase profits. However, the use of economic and mathematical methods in the problems of optimizing production processes still plays a key role.

One of the most effective tools of mathematical modeling is linear programming - an optimization method that allows you to find the best solutions in the presence of constraints.

Linear programming is one of the most important tools of mathematical modeling. In turn, mathematical modeling is the main analytical tool for studying economic processes.

Linear programming is widely used in various economic spheres: from production planning and inventory management to transport logistics and financial analysis. Its main advantages are the ability to formally describe economic problems and solve them using mathematical models.

This article discusses the basic principles of linear programming, its key methods and examples of application in solving optimization problems.

Key words: optimization, linear programming, economic and mathematical methods, simplex method, graphical method, extreme points, constraints, objective function.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Линейное программирование – это математический метод, используемый для оптимального распределения ресурсов, решения сложных задач и принятия обоснованных решений. Оно позволяет находить наилучший возможный результат с учетом заданных ограничений [1].

В экономическом анализе и процессе принятия решений линейное программирование играет ключевую роль. Этот метод предоставляет мощный инструмент для моделирования и решения реальных проблем, с которыми сталкиваются предприятия, правительства и организации. Формализуя задачи в математической форме, он позволяет проводить систематический анализ и оптимизацию в таких сферах, как распределение ресурсов, планирование производства, логистика и управление расписаниями.

Цель исследования. Целью исследования является теоретико-методологическое обоснование инструментов экономико-математического моделирования в решении экономических задач, а также иллюстрация возможностей линейного программирования в прикладном значении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения цели исследования был применен комплексный подход, включающий в себя следующие методы:

1. Симплекс метод линейного программирования в решении производственной проблемы.
2. Обзор и синтез существующих научных работ по данной проблематике.

При исследовании были использованы опубликованные работы, имеющие отношение к теме исследования, а также материалы периодической печати.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Математическое моделирование различных процессов, в том числе экономических является действенным инструментом глубокого анализа и принятия управленческих решений, когда эмпирические исследования труднореализуемы в силу различных обстоятельств. Математическая наука в настоящий момент накопила достаточно большое количество методов, которые могут быть использованы в задачах оптимизации. Наиболее широко используемы следующие методы:

1) Графический метод. Графический метод решения задач линейного программирования – это наглядный способ поиска оптимального решения при двух переменных. Он часто используется для учебных целей и в простых практических задачах. Основные достоинства графического метода:

1. Наглядность – решения отображаются на координатной плоскости, что облегчает понимание взаимосвязей между ограничениями и оптимальным решением.
2. Простота применения – метод не требует сложных вычислений и легко реализуется вручную, что делает его удобным для учебных целей и небольших задач.
3. Возможность визуального анализа – позволяет увидеть не только оптимальное решение, но и влияние изменения условий (например, сдвига ограничений).
4. Интуитивное понимание допустимой области решений – можно легко определить, какие точки удовлетворяют всем ограничениям.
5. Подходит для малых задач – эффективен при небольшом количестве ограничений и переменных (две переменные, два-три ограничения).

Однако у метода есть и недостатки – он применим только для задач с двумя переменными и становится неэффективным при большом количестве ограничений. В таких случаях используются алгебраические методы, например симплекс-метод [2].

2) Двойственный метод. Двойственный метод линейного программирования – это подход, который позволяет решать исходную (прямую) задачу через ее двойственную форму. Он особенно полезен для сложных задач с большим числом ограничений и переменных. Плюсы двойственного метода:

1. Оптимизация вычислений – позволяет сократить объем расчетов, особенно когда число ограничений превышает число переменных.
2. Анализ экономического смысла – помогает интерпретировать теневые цены (двойственные оценки), что важно для принятия управленческих решений.
3. Используется в чувствительном анализе – позволяет оценить влияние изменения параметров задачи на оптимальное решение.
4. Применяется в задачах ресурсов – полезен для анализа проблем распределения и экономии ресурсов.

5. Может ускорять вычисления – в некоторых случаях решение двойственной задачи проще, чем прямой, что снижает нагрузку на вычислительные мощности.

Минусы двойственного метода:

1. Требует понимания экономического смысла – интерпретация двойственных переменных и оценок может быть сложной для неподготовленных пользователей.

2. Ограниченность применения – не всегда дает преимущества, особенно в задачах с небольшим числом переменных и ограничений.

3. Сложность реализации вручную – требует больше аналитических преобразований по сравнению с прямым методом.

4. Может давать вычислительные сложности – в некоторых случаях двойственная задача может оказаться сложнее исходной.

В целом, двойственный метод является важным инструментом оптимизации, особенно в экономических задачах, связанных с распределением ресурсов, логистикой и финансовым анализом [3,4].

3) Транспортные задачи. В экономике линейное программирование широко используется для решения транспортных задач, правила с распространением товаров от нескольких источников поставок к различным пунктам назначения при минимальных затратах на осуществление. Эти задачи направлены на определение наиболее эффективных объемов поставок и оптимальных маршрутов с учетом постоянного ограничения, таких как соответствие запросам и предложению, пропускная способность транспортных средств и затрат на перевозку между различными точками. Решение задач в линейном программировании лежит в разработке плана перевозок, который максимально соответствует критериям оптимизации, с учетом разумных решений [5,6].

4) Симплекс метод. Методологическая основа симплекс-метода заключается в поэтапном переходе от одного опорного плана к второму, при котором значение ограничения функции постоянно меняются до получения оптимального значения целевой функции. Данный переход, основанный на итерации опорных решений, дает возможность отыскать наилучшее решение целевой функции, при устойчивости решения и невырожденности каждого из опорных планов [7].

5) Дальнейшим продолжением развития симплексного метода является двойной симплекс метод. Его применение обусловлено сложностью и многомерностью экономических процессов, требующих учета дополнительных условий и ограничений. Двойной симплексный метод работает с двойственными переменными и двойственными ценами, в отличие от симплексного метода, который работает только с базисными переменными. Подход двойного симплексного метода состоит в том, чтобы перебирать данные двойственных параметров на каждом шагу для нахождения оптимального плана.

В рамках данного исследования будет рассмотрен пример оптимизации производственного процесса посредством симплекс метода, а также покажем, как найти максимальный опорный план в программе Excel.

Пример 1. Фирма производит два безалкогольных широко популярных напитка «Байкал» и «Буратино». Для производства 1 л «Байкал» требуется 0,02 ч работы оборудования, а для «Буратино» – 0,04 ч, а расход специального ингредиента на них составляет 0,01 кг и 0,04 кг на 1 л соответственно. Ежедневно в распоряжении фирмы 16 кг специального ингредиента и 24 ч работы оборудования. Доход от продажи 1 л «Байкал» составляет 250 тенге, а «Буратино» – 350 тенге. Определите ежедневный план производства напитков каждого вида, обеспечивающий максимальный доход от их продажи [8].

Задачу можно решить графическим способом, но мы будем придерживаться симплекс метода.

1. На первом этапе определим целевую функцию, которую необходимо максимизировать. Пусть x_1 и x_2 – количество литров по напиткам «Байкал» и «Буратино» соотвественно. Тогда целевая функция:

$Z(x)=250\,x_1+350\,x_2\rightarrow max$

2. Учитывая условия задачи необходимо ввести ресурсные ограничения, которые будут позволять продукт. В общем виде задача будет сводится к написанию ограничений:

а) ограничения производственных фондов:

$0{,}2x_1 + 0{,}04x_2\leq 2$

б) ограничение по расходу технических ингредиентов:

$0{,}01\,x_1+0{,}04\,x_2\leq 16$

с) ограничение неотрицательности:

$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0$

3. Приведем неравенства к каноническую виду вводя новые переменные x_3 и x_4.

$Z(x)=250\,x_1+350\,x_2\rightarrow max$

$$\begin{cases} 0{,}02x_1 + 0{,}04x_2+x_3=2 \\ 0{,}01\,x_1+0{,}04\,x_2 +x_4=16 \end{cases}$$

$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0$

4. На четвертом этапе составим симплекс таблицу где поэтапно будем отыскивать оптимальный план. Составим трафарет (таблица 1). Находим разрешающий столбец. Разрешающий столбец выбираем из значения целевой функции. Подходящим значением является число - 350, так как это максимальное число по модулю. Следующий шаг – нахождение разрешающей строки. Ее мы подбираем путем деления значений по ресурсным ограничениям на разрешающий столбец. Строка с минимальным числом 50 будет ведущей строкой. На пересечении разрешающего столбца и разрешающей строки находим ведущий элемент – 0,04.

Таблица 1 – 1-ый шаг итерации

	Свободные переменные		Базисные переменные		Ресурсные ограничения	Разрешающая строка
	x_1	**x_2**	x_3	x_4	b_i	min (b_i/x_j)
x_3	**0,2**	**0,04***	**1**	**0**	**2**	**50**
x_4	0,01	**0,04**	0	1	16	400
Z(x)	-250	**-350**	0	0	0	

Примечание – составлено автором на основе источника [8]

В таблице 1.1 мы трансформировали ведущий элемент в единицу для упрощения дальнейшей калькуляции. По сути, это та же самая таблица 1, но вместо ведущего числа 0,04 положили единицу путем деления всей строки на число 0,04. Математические операции из курса Линейной алгебры позволяют проводить такие трансформации, не нарушая исходный баланс уравнения. В столбце «Основа» x_3 необходимо заменить на x_2, так как ведущий элемент находится на пересечении строки x_3 и столбца x_2.

Таблица 1.1 – 1-ый шаг итерации

Основа	Свободные переменные		Базисные переменные		Ресурсные ограничения	Разрешающая строка
	x_1	**x_2**	x_3	x_4	b_i	min (b_i/x_j)
x_2	**5**	**1**	**25**	**0**	**50**	
x_4	0,01	**0,04**	0	1	16	
Z(x)	-250	**-350**	0	0	0	

Примечание – составлено автором на основе источника [8]

На следующем этапе итерации синхронно прибавляем элементы первой строки предварительно умножив их на -0,04 к элементам второй строки (таблица 2). Нужно обратить внимание, число подбирается таким образом, чтобы значение под ведущим элементом по столбцу обращалось в нуль. Следуя этой логике, единицу умножаем на 350 и прибавляем к последней строке. Поскольку данная операция подобна действиям над матрицами, то 350 необходимо умножить на всю строку и соответственно прибавить к элементам последней строки. В последней строке видим, что план не оптимальный, так как имеется отрицательное значение – 75. Определяем разрешающую строку. Из двух значений выбираем минимальное число, но при этом отрицательное число исключается. Остается число 100.

Таблица 2 – 2-ый шаг итерации

Основа	Свободные переменные		Базисные переменные		Ресурсные ограничения	Разрешающая строка
	x_1	x_2	x_3	x_4	b_i	min (b_i/x_j)
x_2	**0,5***	**1**	**25**	**0**	**50**	**100**
x_4	**-0,01**	0	-1	1	14	-1400
Z(x)	**-75**	0	8750	0	17500	

Примечание – составлено автором на основе источника [8]

В таблице 2.1 ведущий элемент преобразовываем в единицу, следуя вышеизложенной логике в таблице 1.1. Меняем x_2 на x_1 в первом столбце.

Таблица 2.1 – 2-ый шаг итерации

Основа	Свободные переменные		Базисные переменные		Ресурсные ограничения	Разрешающая строка
	x_1	**x_2**	x_3	x_4	b_i	min (b_i/x_j)
x_1	**1**	**2**	**50**	**0**	**100**	
x_4	**-0,01**	0	-1	1	14	
Z(x)	**-75**	0	8750	0	17500	

Примечание – составлено автором на основе источника [8]

На следующем шаге прибавляем разрешающую строку к второй и третьей строкам предварительно умножив на 0,01 и 75 соответственно.

Таблица 3 – 3-ый шаг итерации

Основа	Свободные переменные		Базисные переменные		Ресурсные ограничения	Разрешающая строка
	x_1	x_2	x_3	x_4	b_i	min (b_i/x_j)
x_1	1	2	50	0	100	
x_4	0	0,02	-0,5	1	15	
Z(x)	0	150	12500	0	25000	

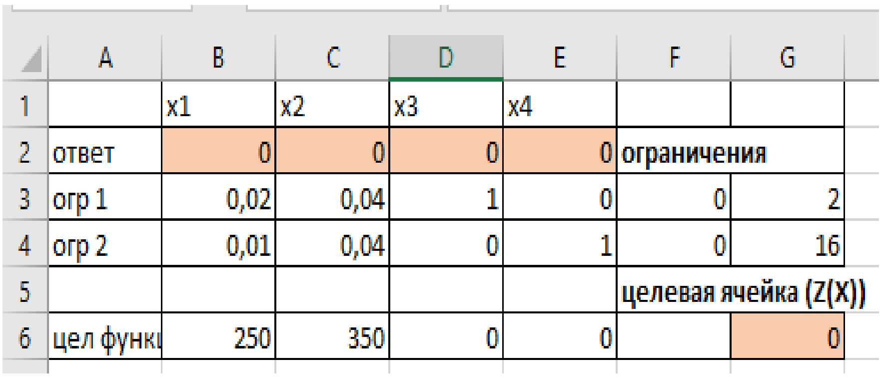
Примечание – составлено автором на основе источника [8]

Интерпретация результатов. Оптимальное решение - Исходя из полученного решения следует, что максимальный доход будет получен при x_1 = 100, x_2 = 0. Максимальная прибыль составит 25000 тенге.

Решение задач оптимизации с применением Microsoft Excel

Решение оптимизационых задача симплекс методом часто сопряжено с длительным вычислительным процессом, которое понижает продуктивность исследовательского процесса. Развитие IT технологий и программного обеспечения стало мощным инструментом для современных исследователей. Программа Microsoft Excel позволяет решать простые оптимизационные задачи за счет встроенных алгоритмов. При решении прикладных задач, в том числе и задач оптимизации, используется инструмент Поиск решения. Данный инструмент позволяет находить значения переменных при заданном критерии оптимальности, при выполнении заданных ограничений задачи. Решение задачи всегда необходимо начинать с составления модели.

Решим задачу, представленную в примере 1 через офисную программу *Microsoft Excel*. Составим трафарет симплекс задачи (рисунок 1).



	A	B	C	D	E	F	G
1		x1	x2	x3	x4		
2	ответ	0	0	0	0	ограничения	
3	огр 1	0,02	0,04	1	0	0	2
4	огр 2	0,01	0,04	0	1	0	16
5						целевая ячейка (Z(X))	
6	цел функі	250	350	0	0		0

Рисунок 1 – Ввод исходной информации

В клетку G6 введем формулу для расчета целевой функции: = СУММПРОИЗВ (B2:E2;B7:E7).

В клетку F3 введем первое ограничение: = СУММПРОИЗВ($B$2:$E$2;B3:E3).

В клетку F4 введем второе условие: = СУММПРОИЗВ($B$2:$E$2;B4:E4) [9,10].

В команде Поиск решения вводим исходные данные как проиллюстрировано на рисунке 2.

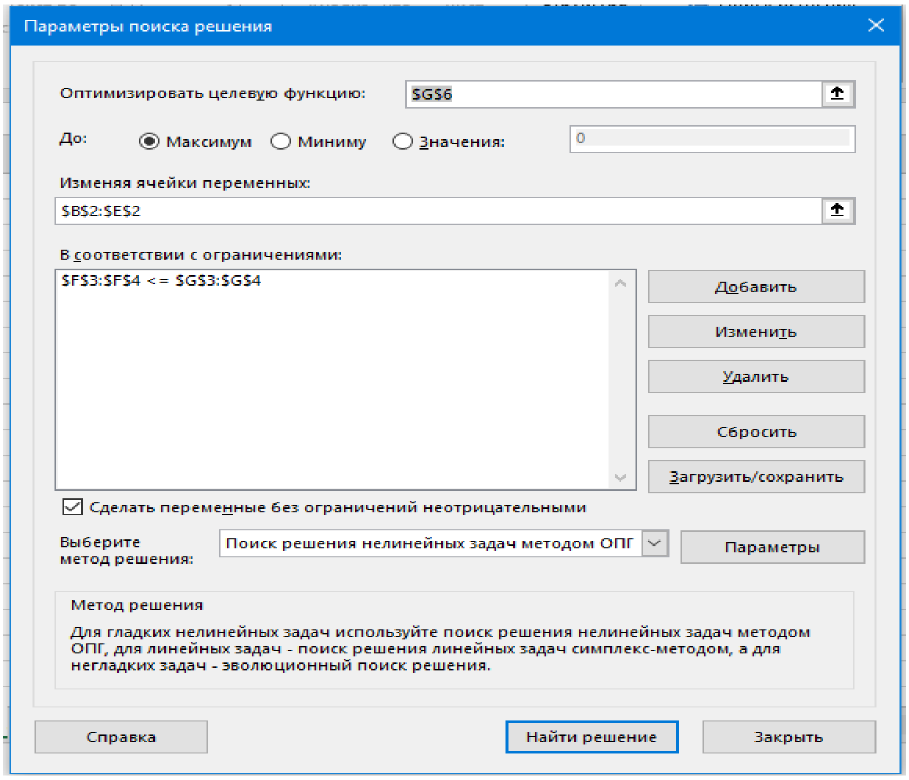


Рисунок 2 – Команда поиск решения

С помощью команды Поиск решения находим целевую функцию, обеспечивающую максимальный объем дохода от продаж. Полученное значение с помощью программы Excel совпадает с полученным решением вручную (рисунок 3).

	A	B	C	D	E	F	G
1		x1	x2	x3	x4		
2	ответ	100	-1,8E-15	0	0	**ограничения**	
3	огр 1	0,02	0,04	1	0	2	2
4	огр 2	0,01	0,04	0	1	1	16
5						**целевая ячейка (Z(X))**	
6	цел функция	250	350	0	0		25000

Рисунок 3 – Результаты решения с помощью Excel

Решение задачи сиплекс методом привело к тому же результату, что и при использовании табличного процессора. Однако применение табличного процессора значительно ускоряет процесс обработки и упрощает его.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, подводя итог, можно сделать следующие выводы. Использование информационных технологий обеспечивает визуализацию данных, наглядное представление динамики изучаемых процессов и упрощение образовательного процесса. Применение современных цифровых инструментов для решения прикладных задач повышает эффективность обучения, способствует развитию аналитического и критического мышления, а также формирует у учащихся способности четко формулировать цели и находить оптимальные пути их достижения.

Список использованных источников:

1. Ванина, Е.А. Разновидность двухаспектной задачи линейного программирования. Применение теории ненулевых оценок в экономике / Е.А. Ванина, Л.А. Жукова // ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ: ПОТЕНЦИАЛ науки и СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ: сборник статей III Международной научно-практической конференции. В 2 частях, Пенза, 23 декабря 2018 года / Ответственный редактор Г.Ю. Гуляев. Том Часть 2. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 95-98. – EDN YQZMXB

2. Машкова, Е.Г. Графический метод решения задач линейного программирования / Е.Г. Машкова, М.И. Юсупова // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты: Сборник материалов XXXII Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 24 февраля – 24 2017 года / Под общей редакцией С.С. Чернова. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Центр развития научного сотрудничества", 2017. – С. 106-111. – EDN ZTUGBD.

3. Карманов В.Г. Математическое программирование: учеб. пособие. / В.Г. Карманов – М.: Физматлит, 2001. – 263 с.

4. Гераськин М.И. Линейное программирование: учеб. пособие / М.И. Гераськин, Л.С. Клентак; под общ. ред. Л.С. Клентак. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 104 с.

5. Витвицкий, Е.Е. Транспортная задача линейного программирования: сравнение результатов применения методов решения / Е.Е. Витвицкий, Р.Е. Шипицына // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство: Сборник материалов IV Национальной научно-практической конференции, Омск, 22-23 апреля 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 266-271. – EDN CVMJNK.

6. Кулжабай Н.М., Муханова Г.С. Экономико-математические модели и методы в логистике: учеб. пособие / Н.М. Кулжабай, Г.С. Муханова. – Алматы: Изд-во Экономика, 2018. – 220 с.

7. Линейное программирование как область математического программирования при решении экономических задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20394658& (дата обращения 12.01.2025)

8. Жидкова Н.В. Методы оптимизации систем: учебное пособие / Н.В. Жидкова, О.Ю. Мельникова. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 018. – 149 с.

9. Просветов, Г.И. Анализ данных с помощью Excel. Задачи и решения/ Г.И. Просветов. - М.: Альфа-пресс,2013. - 160 с.

10. Гераськин, М.И. Линейное программирование. Выполнение расчетов в табличном процессоре Excel: учеб. пособие / М.И. Гераскин, Л.С. Клентак. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. – 148 с.

References:

1. Vanina, E.A. Raznovidnost' dvuhaspektnoj zadachi linejnogo programmirovaniya. Primenenie teorii nenulevyh ocenok v ekonomike / E.A. Vanina, L.A. Zhukova // INNOVACIONNOE RAZVITIE: POTENCIAL nauki i SOVREMENNOGO OBRAZOVANIYa: sbornik statej III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 2 chastyah, Penza, 23 dekabrya 2018 goda / Otvetstvennyj redaktor G.Yu. Gulyaev. Tom Chast' 2. – Penza: MCNS «Nauka i Prosveshchenie», 2018. – S. 95-98. – EDN YQZMXB

2. Mashkova, E.G. Graficheskij metod resheniya zadach linejnogo programmirovaniya / E.G. Mashkova, M.I. Yusupova // Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty: Sbornik materialov HXXII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Novosibirsk, 24 fevralya – 24 2017 goda / Pod obshchej redakciej S.S. Chernova. – Novosibirsk: Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu \"Centr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva\", 2017. – S. 106-111. – EDN ZTUGBD.

3. Karmanov V.G. Matematicheskoe programmirovanie: ucheb. posobie. / V.G. Karmanov – M.: Fizmatlit, 2001. – 263 s.

4. Geras'kin M.I. Linejnoe programmirovanie: ucheb. posobie / M.I. Geras'kin, L.S. Klentak; pod obshch. red. L.S. Klentak. – Samara: Izd-vo SGAU, 2014. – 104 s.

5. Vitvickij, E.E. Transportnaya zadacha linejnogo programmirovaniya: sravnenie rezul'tatov primeneniya metodov resheniya /E.E. Vitvickij, R.E. Shipicyna// Obrazovanie. Transport. Innovacii. Stroitel'stvo: Sbornik materialov IV Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, Omsk, 22-23 aprelya 2021 goda. – Omsk: Sibirskij gosudarstvennyj avtomobil'no-dorozhnyj universitet (SibADI), 2021. – S. 266-271. – EDN CVMJNK.

6. Kulzhabaj N.M., Muhanova G.S. Ekonomiko-matematicheskie modeli i metody v logistike: ucheb. posobie / N.M. Kulzhabaj, G.S. Muhanova. – Almaty: Izd-vo Ekonomika, 2018. – 220 s.

7. Linejnoe programmirovanie kak oblast' matematicheskogo programmirovaniya pri reshenii ekonomicheskih zadach [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=20394658& (data obrashcheniya 12.01.2025)

8. Zhidkova N.V. Metody optimizacii sistem: uchebnoe posobie / N.V. Zhidkova, O.Yu. Mel'nikova. – Saratov: Aj Pi Er Media, 018. – 149 s.

9. Prosvetov, G.I. Analiz dannyh s pomoshch'yu Excel. Zadachi i resheniya/ G.I. Prosvetov. - M.: Al'fa-press,2013. - 160 c.

10. Geras'kin, M.I. Linejnoe programmirovanie. Vypolnenie raschetov v tablichnom processore Excel: ucheb. posobie / M.I. Geraskin, L.S. Klentak. – Samara: Izd-vo SGAU, 2014. – 148 s.

МРНТИ 06.01.07 **10.51889/3078-8579.2025.83.1.002**

Азбергенова Р.Б.[1], Изеев С.Н.[1]

[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая

г.Алматы, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В данной статье рассматривается технологическая модернизация как многогранный процесс, включающий внедрение новых технологий, улучшение производственных процессов, обучение и развитие кадров, а также учет экологических факторов и переход к цифровым моделям бизнеса. Этот процесс не только способствует улучшению производительности, но и влияет на устойчивое развитие общества и экономики в целом.

Технологическая модернизация, проведенная на основе этих подходов, позволяет компаниям и странам занять лидирующие позиции на мировом рынке и успешно конкурировать в условиях быстро меняющегося технологического ландшафта.

В статье раскрываются такие ключевые направления осуществления технологической модернизации как создание инновационных продуктов и услуг, переход к цифровым технологиям, внедрение зеленых технологий и экологоориентированных решений в производственные процессы, обучение работников новым навыкам для работы с современными технологиями. Технологическая модернизация в Казахстане осуществляется через комплекс мероприятий, направленных на улучшение инфраструктуры, развитие цифровых технологий, поддержку инновационных стартапов и привлечение инвестиций для внедрения передовых технологий в различные отрасли экономики. Однако реализация технологической модернизации в Казахстане сталкивается с рядом проблем и сложностей, которые затрудняют успешное внедрение инновационных решений в различные отрасли экономики.

Ключевые слова: технологическая модернизация, инновации, цифровизация, инвестиции, зеленые технологии, технологические стартапы.