

ЮНЫЙ

ISSN 2409-546X

# УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



6+

*Handwritten signature*

**6**  
Часть II  
2016

ISSN 2409-546X

# Юный учёный

Международный научный журнал

№ 3 (06) / 2016

**Редакционная коллегия:**

**Главный редактор:** Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

**Члены редакционной коллегии:**

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам  
Авдюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

На обложке изображен Марк Эллиот Цукерберг (род. в 1984 г.) — американский программист и предприниматель, один из разработчиков и основателей социальной сети Facebook. Руководитель компании Facebook Inc.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-61102 от 19 марта 2015 г.**

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе elibrary.ru.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

**Международный редакционный совет:**

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)  
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Узаков Гулом Норбоевич, кандидат технических наук, доцент (Узбекистан)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

**Руководитель редакционного отдела:** Кайнова Галина Анатольевна

**Ответственные редакторы:** Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

**Художник:** Шишков Евгений Анатольевич

**Верстка:** Майер Ольга Вячеславовна

**Почтовый адрес редакции:** 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

**Фактический адрес редакции:** 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

**Учредитель и издатель:** ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.06.2016. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

<i>Архипова А. И.</i> Загадка числа Пи .....	95
<i>Близнюков В. Д.</i> Квадрирование квадрата с нечетной стороной .....	97
<i>Воронова М. Е.</i> Методы решения нелинейных уравнений .....	102
<i>Коврижных А. С.</i> Методы и приемы решения практических задач .....	105
<i>Татьяненко А. А.</i> Вычисление площадей фигур, изображенных на клетчатой бумаге .....	109
<i>Шиликовский А. М.</i> Решение транспортных задач с использованием свойств многомерного пространства .....	112

## ИНФОРМАТИКА

<i>Сарваров А. А., Хайдаршин А. А.</i> Краткий обзор развития электронно-вычислительных машин и персональных компьютеров до наших дней .....	117
<i>Страковский Д. А.</i> Создание робота-гонщика на платформе Arduino .....	120
<i>Туманов А. М., Туманова М. И.</i> К вопросу роботизации машин по приготовлению и раздаче кормов .....	124
<i>Царев Л. Д.</i> Разработка приложения спортивного клуба «Мастер» на Андроид .....	127

## ФИЗИКА

<i>Бояринцев А. Э.</i> Альтернативные источники энергии .....	130
<i>Заводсков А. С.</i> Крылатые тени. Методы защиты самолета от радиолокационного обнаружения .....	132
<i>Заречина К. А.</i> Секрет термоса .....	136
<i>Ланкин И. М.</i> Изменение индукции магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом .....	137
<i>Назарова А. А.</i> Методика лечения постоянным электрическим током .....	142
<i>Овчинников И. А.</i> Солнечная нагревательная установка .....	144
<i>Фёдоров П. А.</i> Обзор для учащихся 8–9 классов становления представлений человечества о природе света: свойствах, механизмах, законах .....	149

**ХИМИЯ***Пятышина А. В., Хаматова Э. А.*

Двигатель внутреннего сгорания на водородном топливе как одно из ведущих и перспективных направлений альтернативной энергетики будущего. . . . . 152

*Шаймарданова Л. Ф., Садртдинова А. И.*

Исследование наличие нитратов в продуктах питания на примере томата и капусты в условиях школьной лаборатории общеобразовательного учреждения. . . . . 156

**БИОЛОГИЯ***Арутюнян А. А.*

Влияние продуктов категории фастфуд на рост и развитие организма, а также на его когнитивные функции . . . . . 159

*Сосновикова В. А.*

Определение пола цыпленка по форме куриного яйца . . . . . 163

*Гордеева Е. А.*Наблюдение за ростом и развитием сухопутных улиток ахатин (*Achatina sp.*). . . . . 165*Ланец В. И.*

Большая польза маленькой пиявки. . . . . 170

*Попова М. А.*Морфолого-анатомические особенности избранных видов рода *Pelargonium L.* . . . . . 174*Ширишкова Е. О.*

Особенности кошек и их роль в жизни человека . . . . . 176

**ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ***Венюкова Е. А., Ранняя М. В.*

Ласковый убийца — бьет на поражение или есть спасенье? . . . . . 180

*Кононерова А. И., Шеина Л. М.*

Яблоки — кладовая здоровья . . . . . 182

*Прокотьева А. Н.*

Рогозов Леонид Иванович — врач, сам себе удаливший аппендикс . . . . . 184

*Таралёва Е. А.*

Воздух — самое ценное на планете Земля. . . . . 186

*Шищенко Д. Д.*

Особенности зимовки утки-кряквы в условиях городской среды . . . . . 187

**ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА***Берминова М. С.*

Физиологические механизмы мышечного утомления. . . . . 191

*Любаев Д. В.*

Условия для безопасных занятий физкультурой. . . . . 195

**ПРОЧЕЕ***Холодкова А. Е.*

Учет модальности восприятия при обучении и подготовке к итоговой аттестации школьников. . . . . 197

# Решение транспортных задач с использованием свойств многомерного пространства

*Шиликовский Алексей Михайлович, учащийся 10 класса*

*Научный руководитель: Симакова Марина Николаевна, учитель математики  
Научный руководитель: Симаков Егор Евгеньевич, учитель информатики и ИКТ  
МБОУ Лицей № 1 г.Южно-Сахалинска*

*В данной статье рассматриваются понятия четырехмерного пространства и гиперкуба, а также вопросы практического применения тессеракта к решению транспортных задач. Проводится анализ методов решения транспортных задач с помощью гиперкуба, математических формул и САПР MathCAD.*

**Ключевые слова:** гиперкуб, тессеракт, транспортная задача, САПР MathCAD.

**Ц**ель работы: изучение методов решения транспортных задач и выбор наиболее рационального.  
Задачи работы:

1. Проанализировать специальную литературу по теме исследования.
2. Изучить измерения пространства-времени и обосновать возможно решения транспортной задачи с помощью многомерного пространства.
3. Изучить способы решения транспортных задач.
4. Выявить преимущества и недостатки методов решения транспортных задач.

Введение

Перевозка и доставка грузов, планирование с учётом необходимых товаров в разном регионе, городе является неотъемлемой частью экономики как теоретической, так и практической. Давайте ненадолго представим, что мы предприниматели и открываем новую сеть магазинов. Прибыль у хозяина будет складываться только тогда, когда доходы от продажи будут превышать расходы.

Но как минимизировать последние? Как, куда и откуда нужно транспортировать товары с наименьшими затратами на перевозку, когда у тебя десятки вариантов путей? Как наиболее рационально расположить магазины по городу, чтобы они были одновременно близки и к потребителю, и к поставщику?

На эти вопросы отвечает логистика, которая предлагает разные варианты решения задач оптимизации. Есть много способов решения этих задач. В данном исследовании рассмотрена транспортная задача и способы её решения, один из которых предусматривает использование многомерного пространства.

## **Многомерное пространство.**

Пространство — форма существования материальных объектов и процессов. Оно состоит из трёх плюс одного измерения. Первое — это длина. Второе измерение — это ширина. Длинная и ширина вместе образуют двухмерное пространство или плоскость. Третье измере-

ние — это высота. Длина, ширина и высота образуют объём или пространство. Четвёртое измерение — не является пространственным, как первые три. Оно одно в своём роде. Мы не можем его увидеть или потрогать, однако мы очень хорошо его чувствуем. Четвёртое измерение — это ВРЕМЯ.

На самом деле, количество измерений не ограничено, в математике их может быть сколько угодно, но существуют они для решения разных задач и не имеют общих названий. Для их обозначения в геометрии, существует такое понятие как гиперкуб. Гиперкуб — обобщение куба с произвольным числом измерений

Для решения транспортной задачи рассматривается 4 вида гиперкубов: отрезок, квадрат, куб и тессеракт. Как это может быть видно: все они отлично демонстрируют пространственные и временное измерения, а также их непосредственную взаимосвязь, поскольку существование последующего гиперкуба невозможно без предыдущего.

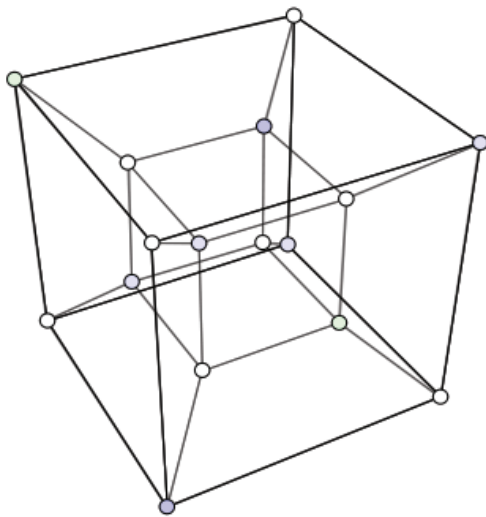


Рис. 1. Тессеракт

**Транспортная задача**

Однако, какое это имеет отношение к решению транспортной задачи? Прежде чем ответить на этот вопрос, узнаем, а что такое транспортная задача. Транспортная задача — математическая задача линейного программирования об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления с минимальными затратами.

Условие этой задачи таково. Однородный груз сосредоточен у  $m$  поставщиков в объемах  $a_1, a^2, \dots, a_m$ . Данный груз необходимо доставить  $n$  потребителям в объемах  $b_1, b^2, \dots, b_n$ . Известны  $C_{ij}, i=1,2, \dots, m; j=1,2, \dots, n$  — стоимости перевозки единиц груза от каждого  $i$ -го поставщика каждому  $j$ -му потребителю. Переменными транспортной задачи являются  $x_{ij}$  — объемы перевозок от  $i$ -го поставщика каждому  $j$ -му потребителю.

Требуется составить такой план перевозок, при котором запасы всех поставщиков вывозятся полностью, запросы всех потребителей удовлетворяются полностью, и суммарные затраты на перевозку всех грузов являются минимальными.

Таблица 1. Исходные данные транспортной задачи

П О С Т А В Щ И К И	Потребители				
	$b_j$	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$
	$a_j$	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$
	$a_2$	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$
	$a_m$	$c_{m1}$	$c_{m2}$	...	$c_{mn}$

Математическая формулировка транспортной задачи: найти переменные задачи  $X = (x_{ij}), i=1,2, \dots, m; j=1,2, \dots, n$ , удовлетворяющие системе ограничений, при которой запасы всех  $m$  поставщиков вывозятся полностью, удовлетворены запросы всех  $n$  потребителей, условиям не отрицательности и обеспечивающие минимум целевой функции.

**Математическая модель**

$$Z(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

В рассмотренной в рамках данной статьи модели транспортной задачи предполагается, что суммарные запасы поставщиков равны суммарным запросам потребителей. Решаются такие задачи несколькими способами. В статье рассмотрены математический метод, метод с использованием гиперкуба и с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) MathCAD.

**Решение транспортной задачи методом потенциалов.**

В качестве предмета исследования будет выступать следующая задача. В таблице приведены исходные данные транспортной задачи: расстояние от поставщика к потребителю в километрах, и спрос потребителя в тоннах некоего товара. Сформулируйте экономико-математическую модель транспортной задачи, распределительным методом найдите оптимальный план перевозок.

Таблица 2. Пример транспортной задачи (исходные данные)

Поставщики	Возможности поставщиков	Потребители и их спрос				
		I	II	III	IV	V
		150	350	200	100	100
I	500	3	3	5	3	1
II	300	4	3	2	4	5
III	100	3	7	5	4	2

Целевая функция  $L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$  в рассматриваемой

задаче стремится к минимуму. Проверим условие того, что данная модель задачи закрытая:  $150+350+200+100+100=900$  и  $500+300+100=900$ . Построим начальный опорный план, методом минимальной стоимости, согласно которому, сперва заполним ячейки с минимальными затратами на перевозку. И когда весь груз распределён, перейдем к оптимизированию полученного плана.

Проверка плана транспортной задачи в описываемом методе на оптимальность осуществляется с помощью потенциалов. Потенциалы — это такие числа, которые по определенным правилам назначаются каждой строке и каждому столбцу. Потенциалы строк обозначим  $u_i$ , потенциалы столбцов —  $v_j$ . Они могут принимать любые значения. Однако удобнее работать с положительными, целыми и относительно небольшими числами. Такой потенциал первоначально назначается любой строке или столбцу. В нашем случае зададим потенциал второй строке равный нулю ( $U_2=0$ ). Подсчёт потенциалов осуществим по условию:  $U_i + V_j = C_{ij}$

Сперва с помощью этой формулы и потенциала 2 строки рассчитаем потенциалы столбцов, а затем потенциалы оставшихся строк. Получим следующую таблицу.

Таблица 3. План перевозок

	150	350	200	100	100	$U_i$
500	3	3 (+) 100	5 (-) 200	3	1	0
300	4	3 (-) 250	(+) 2	4	5	0
100	3	7	5	4	2	-1
$V_j$	4	3	5	3	1	

Общая стоимость перевозок согласно этому плану равняется 2850 ед. Проверяя условие оптимальности в свободных клетках по условию  $U_i + V_j \leq c_{ij}$ , получим что в клетках с координатами (1,1) и (2,3) условие не выполняется, следовательно, требуется улучшение плана. Способ улучшения плана — переброска груза по циклу. Для этого каждой клетке цикла присваивают знаки (+) или (-), чередуя их, начиная с (+) в клетке, в которой не выполняется условие оптимальности. Затем выбирают наименьшую перевозку из базисных клеток со знаком (-) и прибавляют её в клетку со знаком (+) и вычитают в клетках со знаком (-).

В результате получим следующий таблицу стоимости перевозок.

Таблица 4. Оптимизированный план перевозок

	150	350	200	100	100	$U_i$
500	350	3	5	3	1	0
300	4	3	2	4	5	0
100	3	7	5	4	2	0
$V_j$	3	3	2	3	1	

Подсчитаем стоимость — она равно 2300 ед. и опять проверим план на оптимальность для базисных и для свободных клеток. Поскольку все условия оптимальности соблюдены, то данный план можно считать оптимальным.

**Решение транспортной задачи с помощью гиперкуба.**

Теперь рассмотрим решение этой же транспортной задачи методом гиперкуба. Для этого метода начальный опорный план составляется с использованием переменных, значения которых в последствии будут найдены при помощи построения сечения гиперкуба в системе координат.

Таблица 5 Опорный план транспортной задачи («метод гиперкуба»)

Поставщики	Возможности поставщиков	Потребители и их спрос				
		I	II	III	IV	V
		150	350	200	100	100
I	500	3 x	3 y	5 0	3 z	1 500-x-y-z
II	300	4 0	3 350-y	2 200	4 100-z	5 0
III	100	3 150-x	7 0	5 0	4 0	2 x-50

Как видно из таблицы, некоторые значения были сразу взяты за ноль. Это объясняется невыгодностью перевозок от этого поставщика к этому потребителю.

Учитывая, что все значения, входящие в эту таблицу, должны быть не отрицательны, составим систему неравенств.

$$\begin{cases} x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0 \\ 350 - y \geq 0, 100 - z \geq 0, 150 - x \geq 0, x - 50 \geq 0. \\ 500 - x - y - z \end{cases}$$

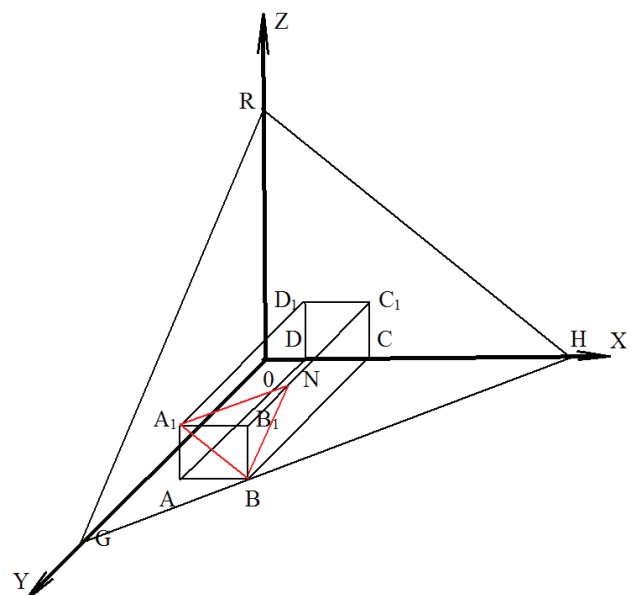


Рис. 2. Многогранник ограничений

Из двух последних уравнений второй строки следует, что  $x \in [50; 150]$ . Эта система определяет некоторый много-



гранник, а для того, чтобы его построить изобразим сначала многогранник, определяемый первой и второй строкой данной системы. Это параллелепипед  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ . Уравнение  $500-x-y-z$  определяет плоскость  $(RGH)$ , пересекающую параллелепипед в точках  $A_1, B, N$ . На многограннике  $A_1 D_1 C_1 N A D C B$  выполняются все условия данной системы. Назовём его многогранником ограничений.

Теперь найдём общую стоимость перевозок, сложив и перемножив стоимости и объёмы перевозимого товара. Получаем выражение:  $x-y-2z+2700$

Таким образом задача сводится к отысканию наименьшего значения функции  $F=2700-(y-x+2z)$  на многограннике ограничений. Для этого достаточно найти наибольшее значение функции  $f=y-x+2z$ , тогда  $F_{\min}=2700-F_{\max}$ . Вычислив значения  $F_{\max}$  в вершинах многогранника, получаем, что равно оно 500 и достигается в точке  $A_1$  с координатами  $(50;350;100)$ . Подставив значения переменных в таблицу получаем план перевозок:

50	350	0	100	0
0	0	200	0	0
100	0	0	0	0

Видно, что полученный ответ не совпадает с ответом, полученным в решении с использованием метода потенциалов. Потребитель II получает свои 350 тонн груза, однако этот груз ему доставляет поставщик I, согласно полученному плану, тем самым полностью исчерпывает свой лимит в 500 тонн груза. Потребитель же V не получает необходимые ему 100 тонн груза, зато у поставщика II остаются лишние 100 тонн груза. Таким образом, полученный план перевозок не был до конца оптимизирован.

В случае, если, оставшиеся 100 тонн груза у второго поставщика, доставить потребителю v, то получится новый план перевозок, со стоимостью равной 2300 д. е.

**Решение транспортной задачи с помощью САПР MathCAD.**

$$\begin{matrix} \text{ORIGIN} := 1 \\ C := \begin{pmatrix} 3 & 3 & 5 & 3 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 4 & 5 \\ 3 & 7 & 5 & 4 & 2 \end{pmatrix} \\ b := \begin{pmatrix} 150 \\ 350 \\ 200 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix} \\ a := \begin{pmatrix} 500 \\ 300 \\ 100 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\sum_{i=1}^3 a_i = 900 \qquad \sum_{j=1}^5 b_j = 900$$

$$\begin{matrix} x_{3,5} := 0 \\ \text{sum\_row}(x) := \begin{matrix} \text{for } i \in 1..3 \\ | \\ v_i \leftarrow 0 \\ | \\ \text{for } j \in 1..5 \\ | \\ v_i \leftarrow v_i + x_{i,j} \end{matrix} \\ v \end{matrix} \qquad \begin{matrix} \text{sum\_column}(x) := \begin{matrix} \text{for } j \in 1..5 \\ | \\ v_j \leftarrow 0 \\ | \\ \text{for } i \in 1..3 \\ | \\ v_j \leftarrow v_j + x_{i,j} \end{matrix} \\ v \end{matrix}$$

$$Z(x) := \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 (C_{i,j} \cdot x_{i,j})$$

Given

$$x \geq 0 \qquad \text{sum\_rows}(x) = a \qquad \text{sum\_columns}(x) = b$$

$$x := \text{Minimize}(Z, x)$$

$$x = \begin{pmatrix} 50 & 250 & 0 & 100 & 100 \\ 0 & 100 & 200 & 0 & 0 \\ 100 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$Z(x) = 2.3 \times 10^3$$

Видно, что план перевозок совпадает с планом, полученным при решении методом потенциалов.

**Заключение.**

Так или иначе, можно сделать вывод о том, какой из этих трёх способов наиболее рационален: метод потенциалов достаточно объёмен, и предусматривает большое обилие вычислений. Плюс ко всему этот метод — есть цикл, во время которого мы проверяем условия для базисных и свободных клеток. Цикл этот может повторяться сколько угодно, и так и не соблюсти все условия, поэтому данный метод решения транспортной задачи рациональным назвать трудно.

Удобство САПР MathCAD проявляется в возможности использовать одну задачу как шаблон для других, просто меняя числа, однако, чтобы сделать этот шаблон, нужно иметь навык работы с программой, ну и разумеется саму программу, которая стоит совсем не дёшево.

Метод гиперкуба не требует обширных знаний в области математики или IT технологий. Он понятен, быстр в использовании, а также не имеет большого объёма вычислений, что делает его практически идеальным способом решения транспортных задач.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В. Основы работы в математическом пакете MathCAD: учебное пособие. — Донецк: ДонНТУ, 2012.
2. Болотов В. П. Начертательная геометрия многомерного пространства. — Владивосток: Изд-во Морского государственного университета им. Г. И. Невельского, 2003.
3. Ибаньес Р. Мир математики. Четвёртое измерение: является ли наш мир частью другой вселенной? — М.: DeAgostini, 2014.
4. Рудык Б. М., Ермаков В. И. Общий курс высшей математики для экономистов. — М.: Инфра-М, 2010.
5. Хинтон С. Г. Четвертое измерение. — СПб.: Книгоиздательство «Новый человек», 1915.
6. Черняк А. А., Новиков В. А. Математика для экономистов на базе MathCAD. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
7. Информационный портал Wikipedia [Электронный ресурс].
8. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тессеракт> (Дата обращения: 07.11.2015 г.)