

# юный учёный

ISSN 2409-546X

международный научный журнал



6+

мр 86

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*

Абрасилов Турганбай Курманбаевич, *доктор философии (PhD) по философским наукам*

Авдеюк 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*

Жүйкова 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 Максутович, *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 Бекмурадович, *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: Шишкин 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](mailto: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***Веникова Е. А., Ранняя М. В.*

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

*Кононерова А. И., Шеина Л. М.*

Яблоки — кладовая здоровья ..... 182

*Прокопьева А. Н.*

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

*Таралёва Е. А.*

Воздух — самое ценнное 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. Длинна, 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.

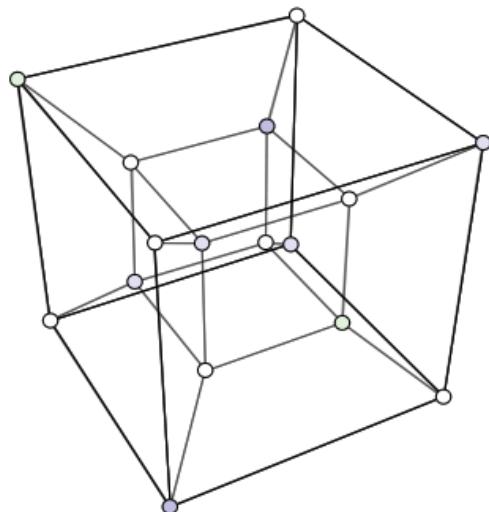


Рис. 1. Тессеракт

### Транспортная задача

Однако, какое это имеет отношение к решению транспортной задачи? Прежде чем ответить на этот вопрос, узнаем, а что такая 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				
	$b_j$	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$
$a_i$	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$	
$a_2$	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$	
...	...	...	...	...	...
$a_m$	$c_{m1}$	$c_{m2}$	...	$c_{mn}$	

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 неотрицательности 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 некоторого 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	3 100	1 100	0
300	4	3 (-) 50 250	(+) 2	4	5	0
100	3 100	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	3 250	5 100	3 100	1 100	0
300	4	3 100	2 200	4	5	0
100	3 100	7	5	4	2	0
$V_j$	3	3	2	3	1	

Подсчитаем стоимость — она равна 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»)

Пос-тавщики	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.

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

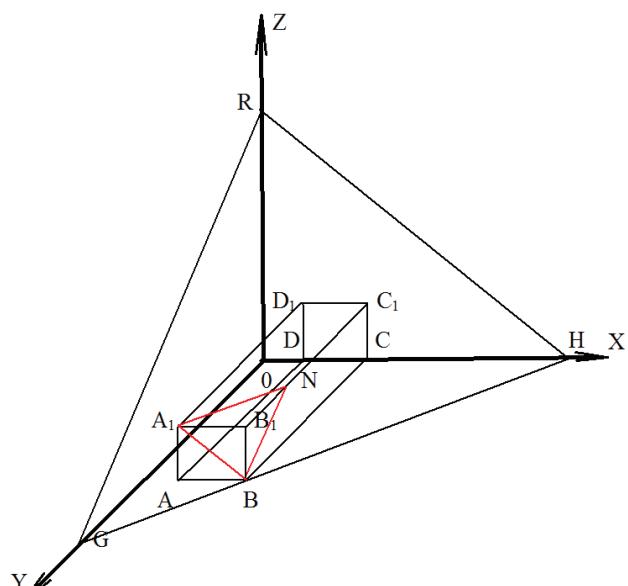


Рис. 2. Многогранник ограничений

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  $ABCDA_1B_1C_1D_1$ . Уравнение 500- $x$ - $y$ - $z$  определяет плоскость (RGH), пересекающую параллелепипед в точках A<sub>1</sub>, B, N. На многограннике A<sub>1</sub>D<sub>1</sub>C<sub>1</sub>NADC<sub>B</sub> 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<sub>1</sub> 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 получиться новый план перевозок, со стоимостью равной 2300 д. е.

### Решение транспортной задачи с помощью САПР MathCAD.

$$\begin{aligned}
 \text{ORIGIN} &:= 1 \\
 C &:= \begin{pmatrix} 3 & 3 & 5 & 3 & 1 \\ 4 & 3 & 2 & 4 & 5 \\ 3 & 7 & 5 & 4 & 2 \end{pmatrix} & b &:= \begin{pmatrix} 150 \\ 350 \\ 200 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix} & a &:= \begin{pmatrix} 500 \\ 300 \\ 100 \end{pmatrix} \\
 \sum_{i=1}^3 a_i &= 900 & \sum_{j=1}^5 b_j &= 900 \\
 x_{3,5} &:= 0 \\
 \text{sum\_rows}(x) &:= \begin{cases} \text{for } i \in 1..3 \\ v_i \leftarrow 0 \\ \text{for } j \in 1..5 \\ v_i \leftarrow v_i + x_{i,j} \end{cases} & \text{sum\_columns}(x) &:= \begin{cases} \text{for } j \in 1..5 \\ v_j \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..3 \\ v_j \leftarrow v_j + x_{i,j} \end{cases} \\
 v & & v & \\
 \end{aligned}$$

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

Given

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

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

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

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

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 ИТ 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.)