

Векторный анализ ресурсов

А.Б.Бушуев

СПб гос. университет информационных технологий,
мехники и оптики

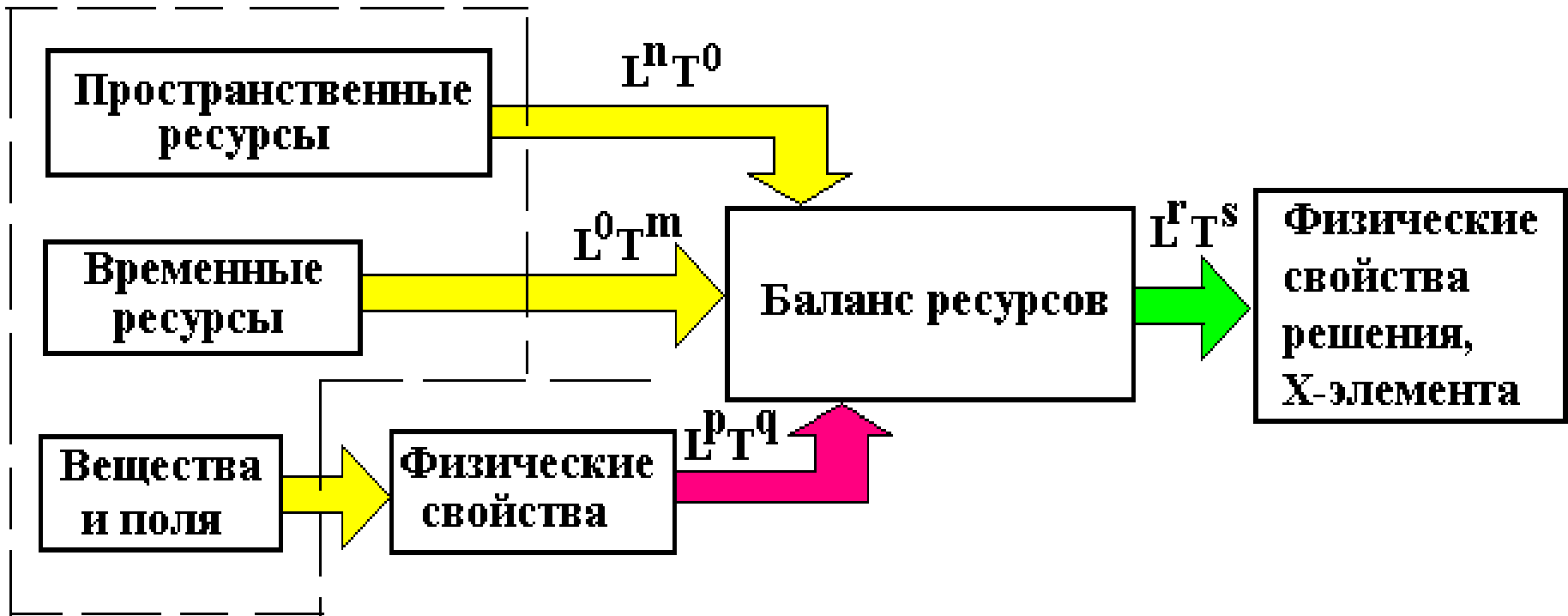
Виды ресурсов

- 1. Ресурсы пространства
- 2. Ресурсы времени
- 3. Ресурсы физических величин, характеризующих вещества и поля (например, температуры, давления, проводимости, плотности, расхода и т.п.)

Анализ ресурсов основан на
ЛТ-базисе Бартини-Кузнецова

Ресурсная модель задачи

Исходные
данные



Физическое свойство характеризует ВПР: для поля - вид, например, поле давления или поле тепловое, для вещества - физическое свойство вещества, например, вещество вязкое или электропроводное.

Таблица кинематических величин Бартини

D.	L^{-1}	L^0	L^1	L^2	L^3	L^4	L^5
T^{-5}	$L^{-1}T^{-5}$	L^0T^{-5}	L^1T^{-5}	L^2T^{-5}	Поверхн. мощность	L^4T^{-5}	Мощность
T^{-4}	$L^{-1}T^{-4}$	L^0T^{-4}	Удельный вес Градиент давления	Давление Напряжение	Поверхн. натяжение Жесткость	Сила	Энергия Статистич. температура Момент силы
T^{-3}	$L^{-1}T^{-3}$	L^0T^{-3}	Плотность потока	Напряженность эл.-магн. поля Вязкость	Ток Массовый расход	Импульс	L^5T^{-3}
T^{-2}	Изменение электр. объемной плотности	Угловое ускорение Массовая плотность	Линейное ускорение	Разность потенциалов	Масса Кол-во электричества	Магнитный момент	Момент инерции
T^{-1}	Электр. объемная плотность	Частота Угловая скорость	Линейная скорость	Обильность двумерная	Расход объемный	L^4T^{-1}	L^5T^{-1}
T^0	Кривизна Изменение проводимости	Безразмерная величина Константа	Длина Емкость Самоиנדукция	Поверхность (площадь)	Объем	Момент инерции плоской фигуры	L^5T^0
T^1	Проводимость	Период Продолжительность	Длительность расстояния	L^2T^1	L^3T^1	L^4T^1	L^5T^1
T^2	$L^{-1}T^2$	Поверхность времени	L^1T^2	L^2T^2	L^3T^2	L^4T^2	L^5T^2

$L^5T^{-4} \cdot L^1T^0 = L^6T^{-4}$

Ресурсы как векторные величины

Любая физическая величина в LT- системе, имеющая размерность $L^n T$ рассматривается как пространственный, временной или вещественно-полевой ресурс, и в системе координат $[n;m]$ задается двухмерным вектором

$$x = \begin{bmatrix} n \\ m \end{bmatrix} \quad \text{где } n - \text{ степень длины } L, m - \text{ степень времени } T$$

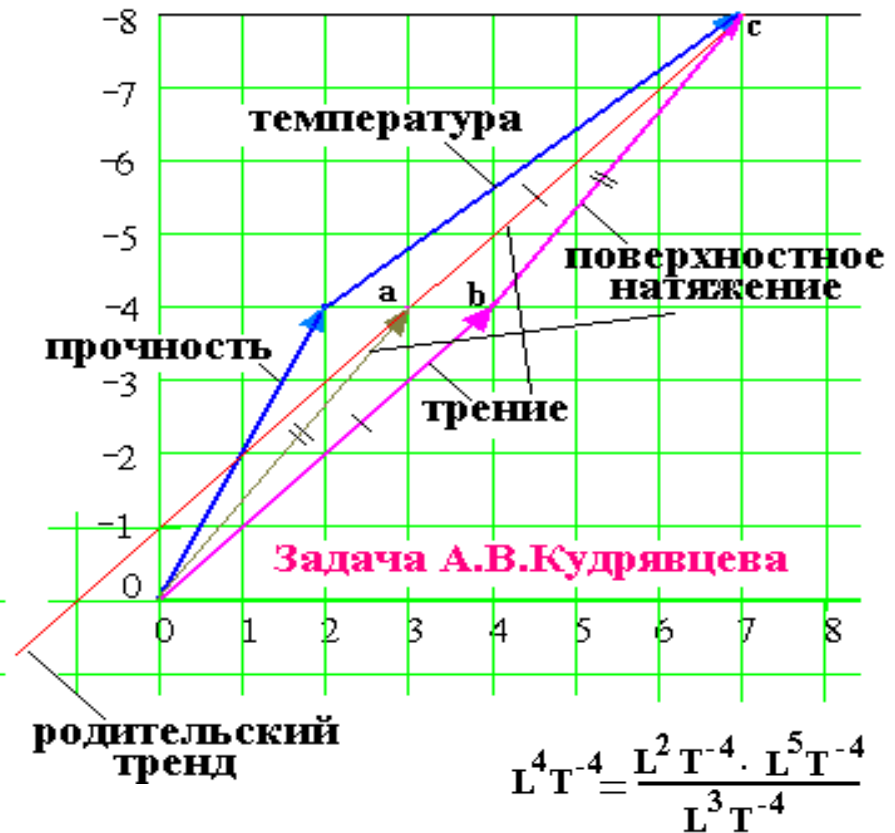
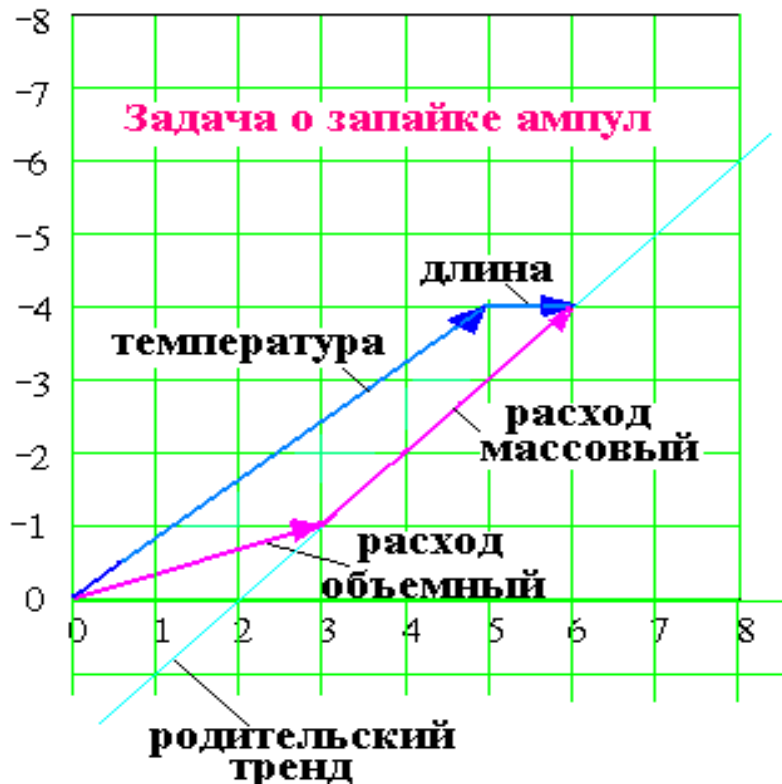
Например, в задаче о запайке ампул с лекарством, ведущие фвкторы, определяющие техническое противоречие: температура пламени x и длина оплавленного капилляра y задаются векторами

$$x = \begin{bmatrix} 5 \\ -4 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

В задаче А.В.Кудрявцева, в которой необходимо уменьшить трение детали, сохранив ее прочность и располагая избыточным ресурсом температуры, вводим вектора температуры x , прочность оцениваем через механическое напряжение y , а трение оцениваем силой трения z

$$x = \begin{bmatrix} 5 \\ -4 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} 2 \\ -4 \end{bmatrix} \quad z = \begin{bmatrix} 4 \\ -4 \end{bmatrix}$$

Векторный баланс ресурсов



Баланс ресурса для задачи о запайке ампул:

Температура+длина= расход объемный+расход массовый

Баланс ресурса для задачи А.В.Кудрявцева:

Прочность+ температура= трение + поверхностное натяжение

Оценка ресурсоемкости и мощности ТП

Предполагается использовать для выбора перспективных направлений в изобретательской ситуации, которая может иметь несколько противоречий.

Оценка в вещественном VT-базисе.

i	s						
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
5	L^5T^{-5-3}	L^5T^{-5-2}	L^5T^{-5-1}	L^5T^{-5+0} Мощность	L^5T^{-5+1} Энергия температура	L^5T^{-5+2}	L^5T^{-5+3} Момент инерции
4	L^4T^{-4-3}	L^4T^{-4-2}	L^4T^{-4-1}	L^4T^{-4+0} Сила	L^4T^{-4+1} Импульс	L^4T^{-4+2} Магнитный момент	L^4T^{-4+3}
3	L^3T^{-3-3}	L^3T^{-3-2} Поверхн. мощность	L^3T^{-3-1} Поверхн. натяжение Жесткость	L^3T^{-3+0} Ток Расход	L^3T^{-3+1} Масса Кол-во эл-ва	L^3T^{-3+2} Расход объемный	L^3T^{-3+3} объем
2	L^2T^{-2-3}	L^2T^{-2-2} Давление Напряжение	L^2T^{-2-1} Напряж-ть эл.-магн. поля Вязкость	L^2T^{-2+0} Разность потенциалов	L^2T^{-2+1} Двумерная обильность	L^2T^{-2+2} поверхность	L^2T^{-2+3}
1	L^1T^{-1-3} Удел. вес Градиент давления	L^1T^{-1-2} Плотность потока	L^1T^{-1-1} Линейное ускорение	L^1T^{-1+0} Линейная скорость	L^1T^{-1+1} Длина	L^1T^{-1+2} Длительность расстояния	L^1T^{-1+3}
0	L^0T^{-0-3}	L^0T^{-0-2} Угловое ускорение	L^0T^{-0-1} Частота Угл. скорость	L^0T^{-0+0} Угол	L^0T^{-0+1} Продолжи- тельность	L^0T^{-0+2} Поверхность времени	L^0T^{-0+3} Объем времени
-1	$L^{-1}T^{-1-3}$	$L^{-1}T^{-1-2}$ Электр. объем плотность	$L^{-1}T^{-1-1}$ Измене-е эл. об. плотности	$L^{-1}T^{-1+0}$ проводимость	$L^{-1}T^{-1+1}$ Кривизна	$L^{-1}T^{-1+2}$	$L^{-1}T^{-1+3}$

Понятие ресурсоемкости физической величины

Ресурсоемкость физической величины - степень удаления ее от абсолютно незатратной физической величины.

Это - безразмерная величина, угол в радианах или поворот геометрической точки, которая получается при $i=0$ и $s=0$, т.е. $L^0 T^0 = V^0 L^0 = V^0 T^0 = 1$



Например, для энергии (или статистической температуры) ресурсоемкость D будет равна

$$D = \|x\| = \sqrt{i^2 + s^2} = \sqrt{5^2 + 1^2} = \sqrt{26} \approx 5.10$$

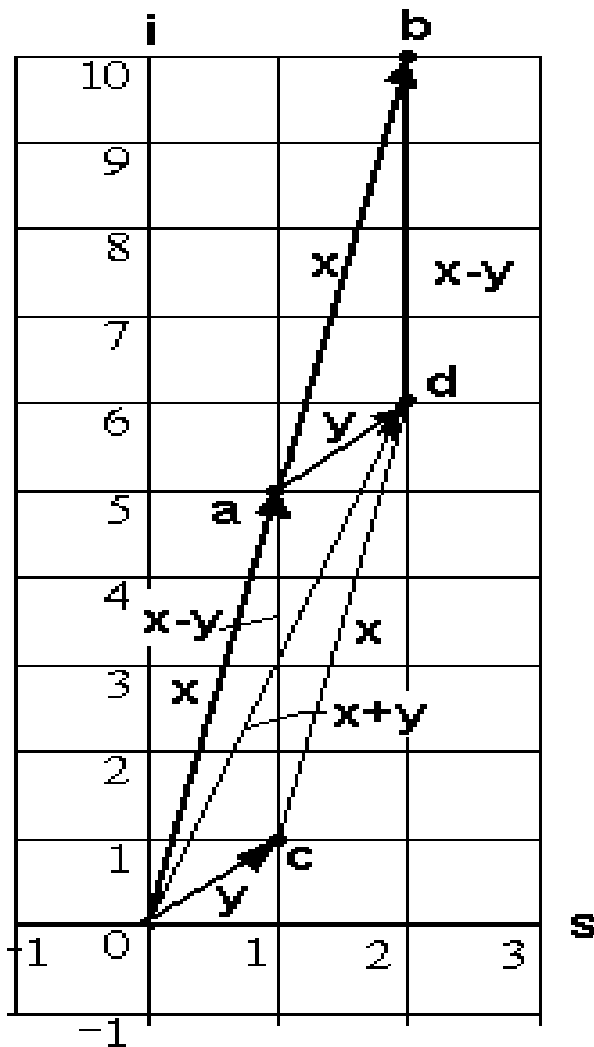
Для поверхностного натяжения (или жесткости)

$$D = \|x\| = \sqrt{i^2 + s^2} = \sqrt{3^2 + (-1)^2} = \sqrt{10} \approx 3.16.$$

Для кривизны

$$D = \|x\| = \sqrt{i^2 + s^2} = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2} \approx 1.41.$$

Ресурсоемкость ТП и ФП



Ресурсоемкость ФП «горячий -холодный»

$$R(x, x) = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ 2 \end{bmatrix}. \quad D(x, x) = \sqrt{10^2 + 2^2} \approx 10.2.$$

Ресурсоемкость ТП "температура- длина"

$$R(x, y) = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 2 \end{bmatrix}. \quad D(x, y) = \sqrt{6^2 + 2^2} \approx 6.32.$$

Оценка разности ТП и ФП "температура-длина"

$$R(x, -y) = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad D(x, -y) = \sqrt{4^2 + 0^2} = 4.$$

Оценка нормированной разности ТП и ФП "температура-длина"

$$D_n(x, y) = \frac{D(x, -y)}{D(x, y)} = \frac{4}{6.32} \approx 0.63.$$

Таблица оценки мощности ТП некоторых пар ресурсов

Таблица 1
Оценка нормированной и абсолютной разности ТП и ФП

D_n/D	Угол	Длина	Время	Лин. скорость	Температура	Давление	Масса	Сила, вес
Угол	-	1.0/1.41	1.0/1.0	1.0/1.0	1.0/5.10	1.0/2.83	1.0/3.16	1.0/4.0
Длина	1.0/1.41	0/0	0.45/1.0	0.45/1.0	0.63/4.0	1.0/3.16	0.45/2.0	0.62/3.16
Время	1.0/1.0	0.45/1.0	0/0	1.0/1.41	0.93/5.0	1.61/3.61	0.83/3.0	1.0/4.12
Лин. скорость	1.0/1.0	0.45/1.0	1.0/1.41	0/0	0.68/4.12	0.62/2.24	0.54/2.24	0.6/3.0
Температура	1.0/5.10	0.63/4.0	0.93/5.0	0.68/4.12	0/0	0.6/4.24	0.54/2.24	0.16/1.41
Давление	1.0/2.83	1.0/3.16	1.61/3.61	0.62/2.24	0.6/4.24	0/0	0.62/3.16	0.45/2.83
Масса	1.0/3.16	0.45/2.0	0.83/3.0	0.54/2.24	0.54/2.24	0.62/3.16	0/0	0.2/1.41
Сила, вес	1.0/4.0	0.62/3.16	1.0/4.12	0.6/3.0	0.16/1.41	0.45/2.83	0.2/1.41	0/0

Таблица 2
Оценка нормированной, абсолютной разности и мощности ТП и ФП для задачи “Запайка ампулы”

Вид ТП	D - абсолютная разность ТП и ФП	D_n - нормированная разность ТП и ФП	Мощность ТП l/D_n
время, длина	1.00	0.45	2.22
температура, давление	4.24	0.60	1.67
температура, длина	4.00	0.63	1.59
время, температура	5.00	0.93	1.08
длина, давление	3.16	1.00	1.00
время, давление	3.61	1.61	0.62

Анализ ресурсов в комплексном базисе

Комплексный базис введен на LT-таблице Бартини. **Вещественная ось - время, как активный ресурс, мнимая ось - пространство, как реактивный ресурс.**

x (температура) = $-4 + j 5$,
 y (поверхностное натяжение)
 = $-4 + j 3$

z (кривизна) = $0 - j 1$,

где j - мнимая единица

Полная мощность ТП

$$S = x \cdot y'$$

Активная мощность ТП

$$P = \operatorname{Re}(S)$$

Реактивная мощность ТП

$$Q = \operatorname{Im}(S)$$

Косинус ϕ

$$\cos \phi = P / S$$

Бинарные отношения		Полная мощность ресурсов	Мощность временных ресурсов	Мощность пространственных ресурсов	Коэффициент мощности косинус ϕ
Тип x, y		$ S $	$\operatorname{Re}(S)$	$\operatorname{Im}(S)$	$\operatorname{Re}(S) / S $
время- длина		± 1.0	0	± 1	0.0
время- давление		± 4.472	-4	± 2	0.894
длина-давление		± 4.472	2	± 4	0.447
длина-температура		± 5.657	4	± 4	0.707
время- температура		± 6.403	-4	± 5	0.624
температура-давление		± 28.636	26	± 12	0.907
Тип x, x					
ФП	время- время	1	1	0	1.0
	длина-длина	1	1	0	1.0
	температура-температура	41	41	0	1.0
	давление-давление	20	20	0	1.0