МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_________ О.Г. Локтионова
«__» _______ 2018 г.

КООПЕРАТИВНЫЕ ИГРЫ

Методические указания к практическому занятию
по дисциплине «Методы оптимальных решений»
для студентов направления подготовки
38.03.01 «Экономика»

Курск 2018

УДК 519.6

Составители: В.В. Свиридов, Т.В. Алябьева

Рецензент:
кандидат технических наук, доцент кафедры программной инженерии ЮЗГУ *В.В. Апальков*

Кооперативные игры: методические указания к практическому занятию по дисциплине «Методы оптимальных решений» для студентов направления подготовки 38.03.01 «Экономика» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Свиридов, Т.В. Алябьева. Курск, 2018. 13 с.

Изложены основные сведения о теоретических и практических методах постановки и решения кооперативных игр. Рассмотрены примеры выполнения заданий. Приведены варианты заданий, контрольные вопросы к защите практической работы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы по дисциплине «Методы оптимальных решений».

Материал предназначен для студентов 38.03.01 «Экономика» очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.10.2018.. Формат 60 х 84 1/16.
Усл. печ. л. 0,7. Уч.- изд. л. 0,6. Тираж 100 экз. Заказ 2139. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

КООПЕРАТИВНЫЕ ИГРЫ

1. Цель занятия

Целью практического занятия является изучение теоретических и практических методов постановки и решения кооперативных игр.

Задание. Кооперативная игра задана своей характеристической функцией. Проверить свойство супераддитивности. Решить игру с помощью симплекс-метода.

2. Краткие теоретические сведения

Пусть имеется n игроков. Они формируют множество всех игроков $N=\{1,2,...,n\}$. Коалиция S – это любое подмножество $S \subseteq N$ всех игроков. Имеется всего 2^n различных коалиций. Множество всех коалиций $\{S\}$ обозначается как 2^N.

Характеристической функцией кооперативной игры называется любая функция дохода $v:2^N \to R$, определенная на всех коалициях, обладающая свойствами: $v(\varnothing)=0$, то есть доход пустой коалиции равен 0, и обладающая свойством супераддитивности $v(S \cup T) \ge v(S)+v(T)$, $S,T \subseteq N, S \cap T = \varnothing$, то есть при объединение двух коалиций в одну их суммарный доход не уменьшается.

Как следствие получаем также свойство $v(N) \ge \sum_{i=1}^{n} v(i)$, то есть. доход всей объединившейся группы игроков должен быть не меньше суммы их частных доходов.

Справедливым дележом общего дохода в кооперативной игре называется любой вектор $\overline{x}=(x_1, ..., x_n)$, обладающий свойствами:

$a)$ $x_i \ge v(i)$, $i=1,...,n$;

$b)$ $\sum_{i=1}^{n} x_i = v(N)$.

Эти свойства означают, что доля каждого игрока должна быть не меньше его индивидуального дохода и сумма долей должна равняться общему доходу кооперации игроков. Множество всех возможных дележей обозначается как X. Функцией эксцесса для дележа называется величина вида $e(S,\overline{x}) = v(S) - \sum_{i=1}^{n} x_i$ и означает разность между частным возможным доходом коалиции и суммарной долей коалиции во всем кооперативном доходе. Ядром кооперативной игры называется множество дележей вида:

$C=\left\{\bar{x}\in X \mid e\left(S,\bar{x}\right)\le 0, \forall S\subset N, S\ne N\right\}$ или, что тоже самое,

$$C=\left\{\bar{x}\in X \mid v\left(S\right)\le \sum_{i=1}^{n} x_i, \forall S\subset N, S\ne N\right\}.$$

Таким образом, любая коалиция получает суммарную долю не меньше того дохода, который данная коалиция получает вне общей кооперации. Дележи из состава ядра называются справедливыми.

Ядро кооперативной игры может быть пустым, то есть абсолютно справедливый дележ является невозможным. Поэтому при анализе кооперативной игры рассчитывается $\varepsilon-$ядро, где $\varepsilon-$ максимальная мера несправедливости, допускаемая ко всем возможным коалициям, это множество дележей вида:

$C\left(\varepsilon\right)=\left\{\bar{x}\in X \mid e\left(S,\bar{x}\right)\le \varepsilon, \forall S\subset N, S\ne N\right\}$ или

$$C\left(\varepsilon\right)=\left\{\bar{x}\in X \mid v\left(S\right)\le \sum_{i=1}^{n} x_i+\varepsilon, \forall S\subset N, S\ne N\right\}.$$

Для практике полезно понятие наименьшего $\varepsilon-$ядра$C\left(\varepsilon^1\right)$ кооперативной игры, где $\varepsilon^1=\min\limits_{\bar{x}\in X}\max\limits_{S\subset N, S\ne N} e\left(S,\bar{x}\right)$.

При этом при $\varepsilon>\varepsilon^1$ имеет место вложение $C\left(\varepsilon^1\right)\subset C\left(\varepsilon\right)$, это вложение поясняет смысл термина «наименьшее ядро».

Если же $\varepsilon<\varepsilon^1$, то $C\left(\varepsilon\right)=\varnothing$, то есть все $\varepsilon-$ядра с параметром ε, меньшим значения ε^1 являются пустыми.

Решением кооперативной игры называется дележ $\bar{x}^*\in X$, при котором $\varepsilon^1=\min\limits_{\bar{x}\in X}\max\limits_{S\subset N, S\ne N} e\left(S,\bar{x}\right)=\max\limits_{S\subset N, S\ne N} e\left(S,\bar{x}^*\right)$, то есть минимизируется максимальное отклонение от справедливого дележа по всем коалициям.

Таким образом, для нахождения решения кооперативной игры имеем математическую модель вида:

$z\to\min;$

$$v\left(S\right)-\bar{x}\left(S\right)=v\left(S\right)-\sum_{i\in S} x_i\le z, S\subset N, S\ne N.$$

3. Пример выполнения задания

Кооперативная игра трех игроков задана своей характеристической
$v(i)=0,\ i=1,2,3,\ v(\{1,2\})=2,\ v(\{2,3\})=1,\ v(\{1,3\})=0,\ v(\{1,2,3\})=5/2.$

Найти решение игры.

Решение.

1) Проверим супераддитивность (корректность) характеристической функции игры, то есть неравенство $v(S\cup T)\ge v(S)+v(T),\ S,T\subseteq N, S\cap T=\varnothing$.

S	$\{T\},T\cap S=\varnothing,\ \lvert T\rvert\ge\lvert S\rvert$
$\{1\}$	$\{2\},\{3\},\{2,3\}$
	1) $T=\{2\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{1,2\})-v(\{1\})-v(\{2\})=2-0-0=2\ge 0$
	2) $T=\{3\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{1,3\})-v(\{1\})-v(\{3\})=0-0-0=0\ge 0$
	3) $T=\{2,3\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{1,2,3\})-v(\{1\})-v(\{2,3\})=$ $=5/2-1=3/2\ge 0$
$\{2\}$	$\{1\},\{3\},\{1,3\}$
	1) $T=\{1\}$ Эта пара *S*, *T* уже разбиралась.
	2) $T=\{3\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{2,3\})-v(\{2\})-v(\{3\})=1-0-0=1\ge 0$
	3) $T=\{1,3\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{1,2,3\})-v(\{2\})-v(\{1,3\})=$ $=5/2-0=5/2\ge 0$
$\{3\}$	$\{1\},\{2\},\{1,2\}$
	1) $T=\{1\}$ Эта пара *S*, *T* уже разбиралась.
	2) $T=\{2\}$ Эта пара *S*, *T* уже разбиралась.

S	$\{T\}, T\cap S=\varnothing,\ \lvert T\rvert\ge\lvert S\rvert$
	3) $T=\{1,2\}$, $v(S\cup T)-v(S)-v(T)=v(\{1,2,3\})-v(\{3\})-v(\{1,2\})=$ $=5/2-2=1/2\ge 0$
Других пар подмножеств S, T, таких что $T\cap S=\varnothing$ нет.	

Построим задачу линейного программирования для нахождения минимального ядра игры и решим ее с помощью симплекс-метода.

$$w=z\to\min,$$

$$x_1+x_2+x_3=5/2,$$

$$-x_1\le z-v(\{1\})=z,$$

$$-x_2\le z-v(\{2\})=z,$$

$$-x_3\le z-v(\{3\})=z,$$

$$-x_1-x_2\le z-v(\{1,2\})=z-2,$$

$$-x_1-x_3\le z-v(\{1,3\})=z,$$

$$-x_2-x_3\le z-v(\{2,3\})=z-1.$$

Каждая переменная может принимать как положительные, так и отрицательные значения, поэтому вводим 8 новых неотрицательных переменных по формулам:

$$x_i=x_i^+-x_i^-,\ i=1,2,3;$$

$$z=z^+-z^-.$$

Приводи задачу к каноническому виду:

$$w_1=-z=z^--z^+\to\max,$$

$$w_1+z^+-z^-=0,$$

$$x_1^+-x_1^-+x_2^+-x_2^-+x_3^+-x_3^-+r=5/2$$

$$-x_1^++x_1^--z^++z^-+s_1=0,$$

$$-x_2^++x_2^--z^++z^-+s_2=0,$$

$$-x_3^++x_3^--z^++z^-+s_3=0,$$

$$-x_1^+ + x_1^- - x_2^+ + x_2^- - z^+ + z^- + s_4 \le -2,$$

$$-x_1^+ + x_1^- - x_3^+ + x_3^- - z^+ + z^- + s_5 \le 0$$

$$-x_2^+ + x_2^- - x_3^+ + x_3^- - z^+ + z^- + s_6 \le -1.$$

Решим сначала вспомогательную задачу

$$q = -r \to \max;$$

$$r = -x_1^+ + x_1^- - x_2^+ + x_2^- - x_3^+ + x_3^- + 5/2;$$

$$q = x_1^+ - x_1^- + x_2^+ - x_2^- + x_3^+ - x_3^- - 5/2;$$

$$q - x_1^+ + x_1^- - x_2^+ + x_2^- - x_3^+ + x_3^- = -5/2$$

	q	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
q	1	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	-5/2
r	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	1	5/2
s_1	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
s_3	0	-1	1	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
s_4	0	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
s_5	0	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	-1	1	0	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	-1

Сделаем таблицу допустимой с помощью симплекс-преобразования

	q	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
q	1	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	-5/2
r	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	1	5/2
s_1	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
s_3	0	-1	1	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
s_4	0	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-2
s_5	0	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	-1	1	0	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	-1

	q	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
q	1	1	-1	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	-1	0	0	0	-1/2
r	0	-1	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	0	0	1	1/2
s_1	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	2
s_3	0	-1	1	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
x_2^+	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	2
s_5	0	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	0	0	1	-1	0	-1	-1	1	0	0	0	-1	0	1	0	1

	q	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
q	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s_4	0	-1	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	0	0	1	1/2
s_1	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	-1	1	1	-1	0	0	1	-1	0	1	0	0	0	0	0	5/2
s_3	0	-1	1	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
x_2^+	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	5/2
s_5	0	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	-1	1	1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/2

Вспомогательная задача решена успешно. Перейдем к решению основной задачи.

$w_1 + z^+ - z^- = 0$

	w_1	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
w_1	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s_4	0	-1	1	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	0	0	1	1/2
s_1	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	-1	1	1	-1	0	0	1	-1	0	1	0	0	0	0	0	5/2
s_3	0	-1	1	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
x_2^+	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	5/2
s_5	0	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	-1	1	1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3/2

	w_1	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш
w_1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_4	0	0	0	1	-1	0	0	1	-1	-1	0	0	1	0	0	1	1/2
z^-	0	-1	1	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
s_2	0	0	0	2	-2	0	0	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	5/2
s_3	0	0	0	1	-1	0	0	-1	1	-1	0	1	0	0	0	0	0
x_2^+	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	5/2
s_5	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	0	0	2	-2	0	-1	0	0	-1	0	0	0	0	1	1	3/2

	w_1	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	r	Реш.
w_1	1	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
s_4	0	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	0	-1	1	0	0	1	1/2
z^-	0	-1	1	0	0	0	0	-1	-1	1	0	1	0	0	0	0	0
s_2	0	0	0	0	0	0	0	3	-3	-1	1	0	0	0	0	0	5/2
x_1^+	0	0	0	1	-1	0	0	-1	1	-1	0	1	0	0	0	0	0
x_2^+	0	0	0	0	0	1	-1	2	-2	1	0	-1	0	0	0	0	5/2
s_5	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	1	0	0	0
s_6	0	0	0	0	0	0	-1	2	-2	1	0	-2	0	0	1	1	3/2

	w_1	z^+	z^-	x_1^+	x_1^-	x_2^+	x_2^-	x_3^+	x_3^-	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	Реш
w_1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1/2	1/2	0	0	1/4
x_3^+	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	-1/2	1/2	0	0	1/4
z^-	0	-1	1	0	0	0	0	0	-2	1	0	1/2	0	0	0	1/4
s_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-3/2	3/2	0	0	13/4
x_1^+	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	-1	0	1/2	1/2	0	0	1/4
x_2^+	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	1	0	0	-1	0	0	2
s_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1/2	1/2	1	0	1/4
s_6	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	-1	-1	0	1	1

Получено оптимальное решение.

$w_1 = 1/4,$

$x_1^+ = 1/4, \; x_1^- = 0;$

$x_2^+ = 2, \; x_2^- = 0;$

$x_3^+ = 1/4, \; x_3^- = 0;$

Переходим к основным переменным:

$z = -w_1 = -1/4;$

$x_1 = x_1^+ - x_1^- = 1/4 - 0 = 1/4;$

$x_2 = x_2^+ - x_2^- = 2 - 0 = 2;$

$x_3 = x_3^+ - x_3^- = 1/4 - 0 = 1/4;$

Таким образом, решение кооперативной игры, то есть справедливый дележ кооперативного дохода имеет вид:

$\bar{x} = \begin{pmatrix} 1/4 & 2 & 1/4 \end{pmatrix}$, при этом дополнительный доход каждой коалиции от кооперации не меньше чем $-z = 1/4$.

Для проверки решим данную задачу в пакете MathCad:

$$w(x, z) := z$$

$$x := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}^T \qquad z := 0$$

Given

$$x_1 + x_2 + x_3 = \frac{5}{2}$$

$$-x_1 \le z$$

$$-x_2 \le z$$

$$-x_3 \le z$$

$$-x_1 - x_2 \le z - 2$$

$$-x_1 - x_3 \le z$$

$$-x_2 - x_3 \le z - 1$$

$$\begin{pmatrix} x \\ z \end{pmatrix} := \text{minimize}(w, x, z)$$

$$z = -0.25 \qquad x = \begin{pmatrix} 0.25 \\ 2 \\ 0.25 \end{pmatrix}$$

Получили тот же результат.

4. Индивидуальные задания

№	Характеристическая функция кооперативной игры
1	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=3.$
2	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=1, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=3.$
3	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=1, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=4.$
4	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=1, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=5.$
5	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=4.$
6	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=4.$
7	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=4.$
8	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=2, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=4.$
9	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=3, v(\{1,2,3\})=4.$
10	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=3, v(\{1,2,3\})=5.$
11	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=3, v(\{1,2,3\})=6.$
12	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=3, v(\{1,3\})=3, v(\{1,2,3\})=6.$
13	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=3, v(\{1,3\})=0, v(\{1,2,3\})=6.$
14	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=6.$
15	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=4.$
16	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=5.$
17	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=5.$
18	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=5.$
19	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=0, v(\{1,2,3\})=5.$
20	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=0, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=5.$
21	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=1, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=5.$
22	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=1, v(\{1,2,3\})=5.$
23	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=3, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=2, v(\{1,2,3\})=5.$
24	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=3, v(\{1,2,3\})=5.$
25	$v(i)=0, i=1,2,3, v(\{1,2\})=2, v(\{2,3\})=0, v(\{1,3\})=0, v(\{1,2,3\})=5.$

5. Контрольные вопросы

1. Дать определение характеристической функции кооперативной игры.
2. Сколько всего возможных коалиций, если число участников кооперативной игры равно n?
3. По какой формуле вычисляется общий кооперативный доход всех участников игры?
4. Что такое справедливый дележ общего кооперативного дохода?
5. Что называется ядром кооперативной игры?
6. Дать определение ε-ядра.
7. Что такое минимальное ядро кооперативной игры?
8. Как определяется решение кооперативной игры?
9. Сформулировать математическую модель нахождения решения кооперативной игры в форме задачи линейного программирования.