

Парилина Елена Михайловна,

Доктор физико-математических наук,

Профессор Кафедры математической теории игр и статистических решений.

Кандидат на премию СПбГУ за научные труды «За вклад в науку молодых исследователей».

Названия цикла работ: «Кооперативные стохастические игры и их приложения».

Аннотация цикла работ

Парилиной Е.М.

«Кооперативные стохастические игры и их приложения»

Цикл работ посвящен изучению кооперативного поведения участников стохастических конфликтно-управляемых динамических систем. Этот класс теории динамических игр, учитывающий неопределенность и случайность, является актуальным при моделировании конфликтных процессов, возникающих в реальных условиях. Поскольку часто кооперация позволяет участникам увеличить суммарный выигрыш по сравнению с индивидуально рациональным поведением, то определение кооперативного варианта изначально заданной некооперативной стохастической игры позволяет найти новые социально-оптимальные стратегии игроков.

В рассмотренных задачах учитывается случайность природы изучаемых динамических систем, а также особенности реализации заранее выбранных кооперативных решений при изменении «окружающей среды». Также в представленном цикле работ учитываются изменения в поведении участников конфликта, ввиду смены их интересов, что не может не повлиять на характер совместных договоренностей и привести к подрыву кооперативных соглашений.

В работах решается актуальная задача разработки принципов устойчивой кооперации в конфликтно-управляемых динамических системах конечной и бесконечной продолжительности, в том числе, в системах, учитывающих стохастический характер динамики.

При моделировании возможных сценариев развития событий в технологических системах разной сложности, а также бизнес-процессов часто используется анализ деревьев событий, представляющих собой стохастический процесс с изначально заданными вероятностями перехода, на которые не влияют действия игроков. В цикле работ проводится построение позиционно состоятельных кооперативных решений в конфликтно-управляемых стохастических системах, заданных на деревьях событий. В

таких системах особенный практический интерес представляет задача реализации стратегической поддержки кооперативных решений, позволяющей защитить кооперативное соглашение от выхода участников конфликта, желающих увеличить свой выигрыш в индивидуальном порядке.

Предложены решения прикладных задач на основе разработанной теории кооперативных стохастических игр, а именно, предложено несколько моделей передачи данных в сетях различных конфигураций. Решение стохастических игр как некооперативных, так и кооперативных, позволяет оценивать необходимость координации действий элементов – участников сети. В подавляющем большинстве случаев координация действий участников сети приводит к значительному увеличению её пропускной способности, и тем самым, к уменьшению суммарных издержек её участников. В работе решается важная задача нахождения оценки стоимости отказа от кооперации и приводятся вычисления этой оценки в сетях различных конфигураций.

В работах продемонстрировано применение теории стохастических игр к задаче определения устойчивых разбиений игроков (коалиционных структур) на непересекающиеся подмножества в динамике. Проверка на устойчивость разбиения позволяет оценить, не распадутся ли коалиции игроков в динамике. Предложенный подход позволяет учитывать развитие процесса перехода игроков из одной коалиции в другую и найти ту коалиционную структуру, от которой ни один из игроков уже не будет отклоняться в индивидуальном порядке. Предложенный метод позволяет найти устойчивую в динамике коалиционную структуру в результате решения стохастической игры.

Elena Mikhailovna Parilina,
Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor, Department of Mathematical Game Theory and Statistical Decisions.
Series of works: “Cooperative stochastic games and their applications”.

Abstract on the series of works by
Elena M. Parilina
"Cooperative stochastic games and their applications"

A series of works is devoted to the study of the cooperative behavior of participants in stochastic conflict-controlled dynamic systems. This class of the theory of dynamic games, which takes into account uncertainty and randomness, is actual when modeling conflict processes that arise in real conditions. Since

cooperation often allows participants to increase the total payoff in comparison with individually rational behavior, the definition of a cooperative version of an initially specified noncooperative stochastic game makes it possible to find new socially optimal strategies of the players.

The considered problems take into account the randomness of the nature of the dynamical systems under consideration, as well as the peculiarities of the implementation of pre-chosen cooperative solutions when changing the "environment". Also, in the presented series of works, changes in the behavior of the participants involved into the conflict are taken into account, due to a change in their interests, which affect the stability of cooperative agreements and lead to the re-consideration of cooperative agreements.

In the works, I examine the hot problem of developing the principles of stable cooperation in conflict-controlled dynamic systems with finite and infinite duration including systems that take into account the stochastic nature of dynamics. When modeling possible scenarios for the events evolution in technological systems of varying complexity, as well as business processes, analysis of event trees is often used. The event tree represents a stochastic process with initially specified transition probabilities that are not influenced by the actions of players. In a series of works, we construct node-consistent cooperative solutions in conflict-controlled stochastic systems defined on event trees. In such systems, the particular practical interest is the task of implementing strategic support for cooperative decisions, which makes it possible to protect a cooperative agreement from the exit of conflict participants who want to increase their profits individually.

Solutions of applied problems based on the developed theory of cooperative stochastic games are proposed. Namely, several models of data transmission in networks of various configurations are proposed. The solution of stochastic games, both non-cooperative and cooperative, makes it possible to assess the need for coordinating the actions of the nodes who are the network participants. In most cases, the coordination of actions of network participants leads to a significant increase in its bandwidth, and thus, to a decrease in the total costs of the participants. The important problem of finding an estimation of the cost of stopping to cooperate is solved in the work, and the calculations of the cost in the networks of various configurations are presented.

The papers in the series demonstrate the application of the theory of stochastic games to the problem of determining stable partitions of players (coalition structures) into disjoint subsets in dynamics. Verification of stability of the partition makes it possible to estimate whether the coalitions of the players will break up in dynamics. The proposed approach makes it possible to take into account the realization of the transition process by the players from one coalition to another and to find such a coalition structure from which none of the players will

deviate individually. The proposed method allows to find a dynamically stable coalition structure as a result of solving a stochastic game.