

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Петрова Николая Никандровича на диссертацию Петросяна Ованеса Леоновича на тему: «Динамическое и непрерывное обновление информации в моделях конфликтного управления», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации.

Теория управляемых процессов в условиях конфликта или неопределенности представляет собой интенсивно развивающийся раздел современной математики. В данной теории исследуются задачи управления динамическими процессами в условиях конфликта или неопределенности, который предполагает наличие двух или более сторон, способных воздействовать на процесс с противоположными или несовпадающими целями. Динамические процессы, описываемые обыкновенными дифференциальными уравнениями, называют также дифференциальными играми. Развитие теории дифференциальных игр стимулировалось наличием реальных прикладных задач, имеющих значение для механики, экономики, военного дела, радиоэлектроники, биологии и других областей. Существенную роль для данного класса задач имеют предположения о том, какой информацией обладают участники в процессе игры. Часто предполагается, что в процессе игры участники принимают решения на основе постоянного объема информации. Однако, при рассмотрении долгосрочных процессов эти предположения не соответствуют действительности. Чтобы моделировать поведение игроков в сценарии, близком к реальному, необходимо учитывать специфическое поведение игрока в следующем смысле: как правило, даже если игроки имеют долгосрочную информацию о процессе, они будут лучше использовать краткосрочную информацию для принятия решения о будущих действиях. При этом, задача существенно усложнится, если участники будут принимать решения на основе информации, объем которой может меняться. Например, игроки имеют или используют только информацию об уравнениях движения и функциях выигрыша, определенных на конечном временном интервале (информационном горизонте). Информационный горизонт определяет, насколько далеко игроки могут или хотят прогнозировать свои действия. Научные исследования в данной области имеют как фундаментальное, так и прикладное значение. С одной стороны для построения математических многоагентных моделей с обновлением информации требуется исследование и создание новых подходов для определения поведения агентов или игроков, а также создание соответствующих новых условий оптимальности. С другой стороны, подход с динамическим и непрерывным обновлением ин-

формации может быть применим для моделирования широкого класса систем взаимодействия людей как агентов и технических устройств при выполнении предположений о том, что агенты – люди используют ограниченную и непрерывно обновляющую информацию о будущем при принятии решений. Поэтому тема диссертации является весьма актуальной.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации на русском языке – более 400 страниц. Первая глава диссертации посвящена построению и исследованию нового кооперативного решения, названного автором ПРД-ядром, для дифференциальных игр с динамическим и непрерывным обновлением информации. Доказано, что ПРД-ядро является всегда подмножеством С-ядра и обладает сильной динамической устойчивостью. Основополагающими являются в диссертации вторая, третья и четвертая главы, где представлен **новый** подход в моделировании поведения игроков, связанный с динамическим обновлением информации как в кооперативной, так и в некооперативной постановках.

Новая постановка задачи потребовала новых подходов к ответу на многие вопросы, в частности,

- как определить концепцию решения, подобную равновесным по Нэшу, кооперативным и оптимальным по Парето стратегиям, характеристическую функцию и кооперативное решение для класса игр с непрерывным обновлением информации?

- как вывести соответствующие условия оптимальности для равновесных по Нэшу, кооперативных и оптимальных по Парето стратегий и характеристической функции?

Кроме проблемы построения оптимальных в некотором смысле стратегий и соответствующей траектории для класса игр с динамическим и непрерывным обновлением информации, существуют и другие проблемы, связанные с исследованием свойств динамической устойчивости и временной состоятельности кооперативного решения. Петросян О.Л. успешно справился с поставленными задачами. Здесь впервые представлен широкий спектр условий оптимальности для кооперативных и равновесных по Нэшу стратегий как в программных, так и в позиционных стратегиях. Приведены методики построения соответствующих кооперативной и равновесной траектории с динамическим и непрерывным обновлением информации. Кроме того, для модели кооперативной игры представлен алгоритм построения характеристической функции и кооперативного решения с динамическим и непрерывным обновлением информации. Доказана связь между кооперативными решениями, заданными на



усеченных интервалах, определяемых информационным горизонтом. Другие результаты касаются связи игр с динамическим и непрерывным обновлением информации. Представлено доказательство сходимости стратегий и траекторий с динамическим обновлением информации к соответствующим стратегиям и траекториям с непрерывным обновлением информации. В пятой главе рассмотрена обратная задача оптимального управления с непрерывным обновлением информации. Существенным достоинством работы является рассмотрение содержательных примеров, в которых Петросян О.Л. успешно применяет разработанную теорию. К достойным упоминания чертам данной работы можно отнести гармоничное сочетание конечной практической нацеленности с применением математического аппарата высокого уровня абстракции, а также многообразие подходов, где общие сквозные идеи сосуществуют с существенным разнообразием конкретных подходов к построению теории. Это разнообразие можно объяснить сложностью исследуемых объектов и связанной проблемностью исчерпывающего и окончательного решения. Все основные результаты являются новыми. Они строго обоснованы и являются оригинальными. Работа представляет собой логически завершенное исследование. Результаты опубликованы более чем в 30 работах, большинство из которых содержатся в ведущих научных журналах по математике и ее применению. Высокий уровень публикаций свидетельствует о том, что результаты исследований соискателя прошли серьезное рецензирование получили высокую оценку со стороны международных экспертов.

По тексту диссертации имеются следующие замечания.

1. Внушительный объем диссертации. Следовало бы оптимизировать объем диссертации.
2. В целевой функционал вводится дисконтирующий множитель, необходимость введения которого вызывает вопросы, так как в работе этот момент не используется и игра рассматривается на конечном промежутке времени.
3. Следовало бы пояснить как происходит игра, если информационный горизонт в играх на страницах 62, 108 равен нулю, или информационный горизонт в игре на странице 108 меньше, чем длина шага разбиения.
4. Следовало бы пояснить, почему решения нелинейных систем дифференциальных уравнений на страницах 175, 176 существуют на всем требуемом промежутке.
5. Список литературы, относящийся к первой части диссертации следовало бы привести на языке оригиналов публикаций, а не на английском языке.

Тем не менее, ясно, что все эти недостатки носят технический и редакционных характер и не снижают высокого научного уровня диссертационного исследования, представляющего законченную научно-исследовательскую работу, выполненную в актуальном направлении. Автором разработана теория новых моделей конфликтного управления (динамических и дифференциальных игр с динамическим и непрерывным обновлением информации). Значимость выполненного исследования подтверждена грантами РФФИ, РНФ и Санкт-Петербургского университета.

Диссертация Петросяна Ованеса Леоновича на тему: «Динамическое и непрерывное обновление информации в моделях конфликтного управления» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Петросян Ованес Леонович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Доктор физ-мат наук, профессор, профессор  
кафедры дифференциальных уравнений  
Удмуртского госуниверситета

Н.Н.Петров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, Ижевск, ул. Университетская, дом 1.  
Телефон +789058747363, E-mail: [kma3@list.ru](mailto:kma3@list.ru)

06.04.2022

Подпись Петрова Н.Н. заверяю.

Ученый секретарь Ученого совета  
Удмуртского госуниверситета



Н.А.Пушина