

УДК 681.5:519.876.2

**О. А. Ковалюк****ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В  
УПРАВЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ  
СИСТЕМАМИ**

*Предложена информационная технология принятия решений при управлении распределенными динамическими системами, позволяющая повысить качество решений за счет учета взаимодействия между элементами системы, а также неопределенности входных данных.*

**Ключевые слова:** информационная технология, принятие решений, распределенная система.

**Вступление**

Задача управления распределенными динамическими системами (РДС) не теряет своей актуальности на протяжении длительного периода времени. Распределенные динамические системы – это широкий класс систем, элементы которых распределены в пространстве и выполняют часть функций, которые обеспечивают достижение общей цели существования распределенной системы.

Основными характеристиками РДС являются:

- наличие собственных критериев принятия решений у элементов системы;
- задержки при передаче информационных и управляющих воздействий между элементами системы;
- неопределенность параметров системы, которая может описываться с помощью разных подходов в зависимости от способа получения информации (измерение, экспертная оценка) [1];
- иерархическая структура системы.

К таким системам можно отнести сети газо-, водо-, теплоснабжения, транспортные сети, технологические процессы хранения продукции и т. д.

Учитывая рассмотренные особенности динамических систем, становится очевидной сложность принятия решений для управления такими системами.

**Анализ подходов к решению проблемы принятия решений при управлении РДС**

Один из первых фундаментальных результатов исследования распределенных систем принадлежит Месаровичу и его коллегам [2]. В указанной работе предложен математический аппарат для описания сложных распределенных систем. Значительное внимание уделяется формализации систем и координации подсистем. Но, несмотря на фундаментальность работ данного направления, они носят достаточно общий характер, поэтому ряд вопросов оказался вне анализа исследователей. В частности недостаточно рассмотрены способы учета неопределенности, связанной с функционированием системы, а также оценку влияния между подсистемами.

Еще один распространенный подход в принятии решений в распределенных системах заключается в использовании теории игр [3]. Но использование теории игр для принятия решений в РДС нашло ограниченное применение через сложность учета динамики системы.

В последнее время интенсивно развивается теория активных систем, главная идея которой заключается в представлении системы в виде взаимодействующих иерархических агентов.[4]. Эта теория находит применение в управлении социально-экономическими системами: проектами, организациями, административными единицами. Но формализация взаимодействия между элементами системы в системах управления может быть достаточно сложным процессом, что накладывает ограничение на использование теории активных

систем для принятия решений в РДС.

Таким образом, проблема принятия решений при управлении РДС является актуальной и требует разработки информационной технологии принятия решений, которая бы учитывала неопределенность и динамику распределенных систем.

### Решение задачи повышения качества решений при управлении РДС

Для повышения эффективности управляющих решений построим информационную технологию (ИТ) принятия решений при управлении РДС.

### Архитектура информационной технологии принятия решений при управлении распределенными динамическими системами

Согласно ГОСТу информационная технология – это приемы, способы и методы использования средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, передачи и использования данных.

Архитектура ИТ принятия решений в РДС представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архитектура информационной технологии принятия решений при управлении РДС

Основными элементами предложенной архитектуры являются критерии, модели, алгоритмы, методы принятия решений, а также средства их реализации в виде программного обеспечения и базы данных. Рассмотрим отдельно элементы ИТ.

### Модели информационной технологии

ИТ принятия решений при управлении РДС предполагает комплекс моделей, связь между которыми показана на рис. 2.

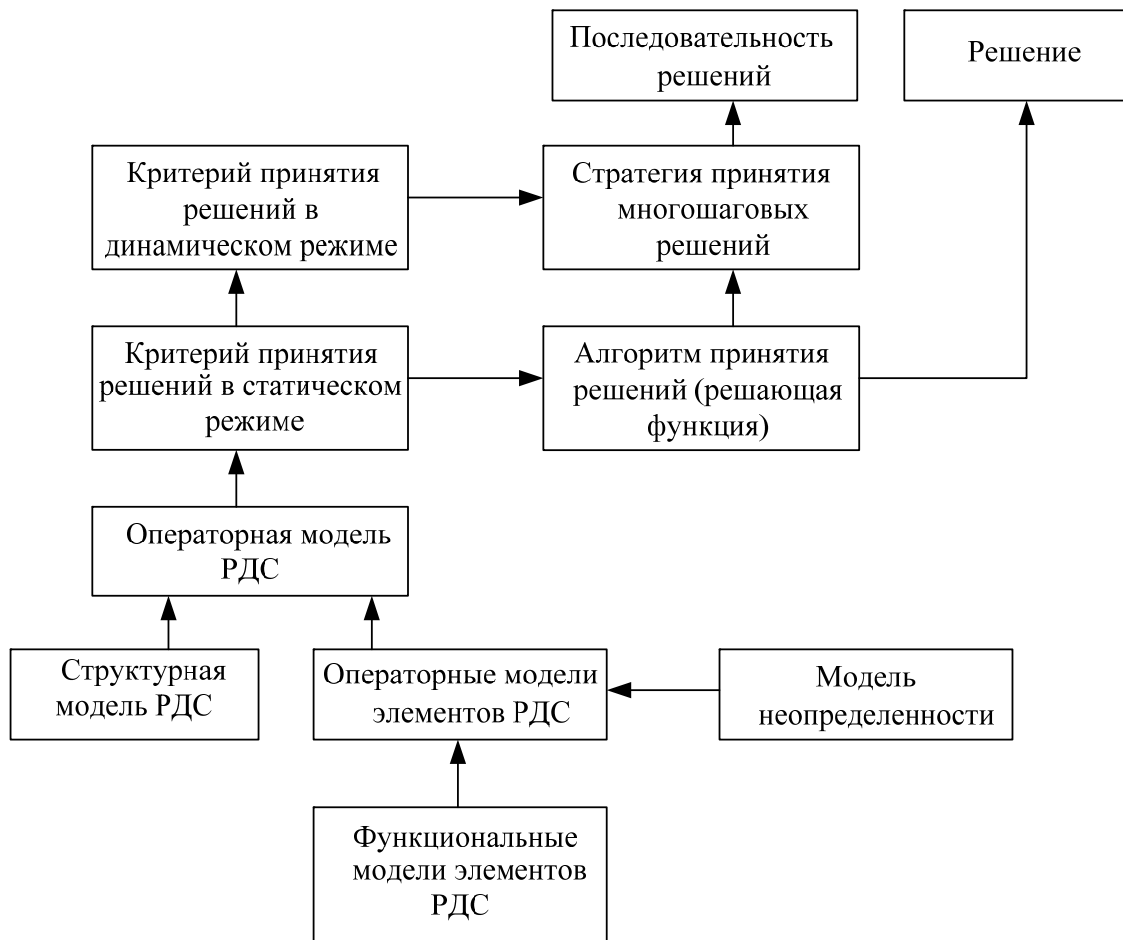


Рис. 2. Иерархия моделей принятия решений

В ИТ принятия решений используются две группы моделей: модель распределенной системы и модели принятия решений.

Модель распределенной системы состоит из моделей, которые описывают структуру системы, поведение и взаимодействие ее элементов.

Второй группе моделей отвечают модели, которые используются в алгоритмах принятия решений.

Функциональные модели элементов в операторном виде описывают поведение элемента в условиях неопределенности его параметров. Вид операторных преобразований определяется моделью неопределенности, которая задает способ выполнения математических операций для данных, представленных в разном виде.

Структурная модель характеризует наличие связей между элементами системы. Для значительного количества распределенных систем структурная модель строится на основе графовых моделей и подается в матричном виде.

Модель взаимодействия элементов предназначена для оценки влияния между элементами системы с целью точного определения их состояния на момент принятия решений.

Использование указанных моделей на соответствующих этапах процесса принятия решений позволяет получить входные данные для модели следующего этапа.

### Обобщенный алгоритм принятия решений при управлении РДС

Предложенная ИТ включает алгоритмическое обеспечение процесса принятия решений. Обобщенный алгоритм принятия решений в управлении РДС состоит из следующих шагов:

1. Определение перечня параметров, существенных для обеспечения заданного качества решений.

2. Определение параметров состояний распределенной системы, которые поддаются наблюдению.
3. Определение частоты контроля каждой величины.
4. Получение экспертных данных про часть параметров, которые не поддаются наблюдению.
5. Представление полученных данных в виде обобщающих функций неопределенности [5].
6. Решение задачи оценивания параметров состояния, по которым нет ни экспериментальных, ни экспертных данных, на основе модели распределенной системы.
7. Определение множества возможных решений путем решения задачи анализа устойчивости распределенной системы.
8. Получение функции потерь для множества возможных решений.
9. Поиск оптимального решения, которое обеспечивает минимум потерь.
10. Коррекция обобщающих функций на основе данных наблюдения.

Реализация обобщенного алгоритма с использованием событийного подхода показана на рис. 3.

На первом (инициализирующем) шаге алгоритма определяется множество возможных решений  $D$ , определяется оценка чувствительности решающей функции  $F$  к параметрам РДС  $X$  на основе модели распространения влияний. Определяется перечень параметров  $Y$ , существенных для обеспечения заданного качества решений  $R$ . Определяется оптимальная периодичность выполнения основных процедур алгоритма: контроля состояния РДС  $\tau_1$ , принятия и реализации решений  $\tau_2$ , обучения системы (коррекции базы знаний и базы данных)  $\tau_3$ . Задаются начальные (проектные или экспертные) значения параметров РДС в базе данных и алгоритме.

На втором этапе определяется количество нечетких параметров, используемых для принятия решения. Данный этап предполагает построение функций принадлежности нечеткой величины на основе экспертных данных, а также ее преобразование в ОФ. После преобразования всех нечетких данных осуществляется обработка стохастической информации. На этом этапе задается количество стохастических данных, влияющих на процесс ПР. Далее определяется вид закона распределения каждого входящего данного и его преобразование в ОФ.

После инициализирующего шага начинается циклический процесс управления РДС, который состоит из трех потоков процедур:

- контроля состояния РДС с периодом  $\tau_1$ ;
- принятия и реализации решений с периодом  $\tau_2$ ;
- обучения системы (коррекции базы знаний и базы данных) с периодом  $\tau_3$ .

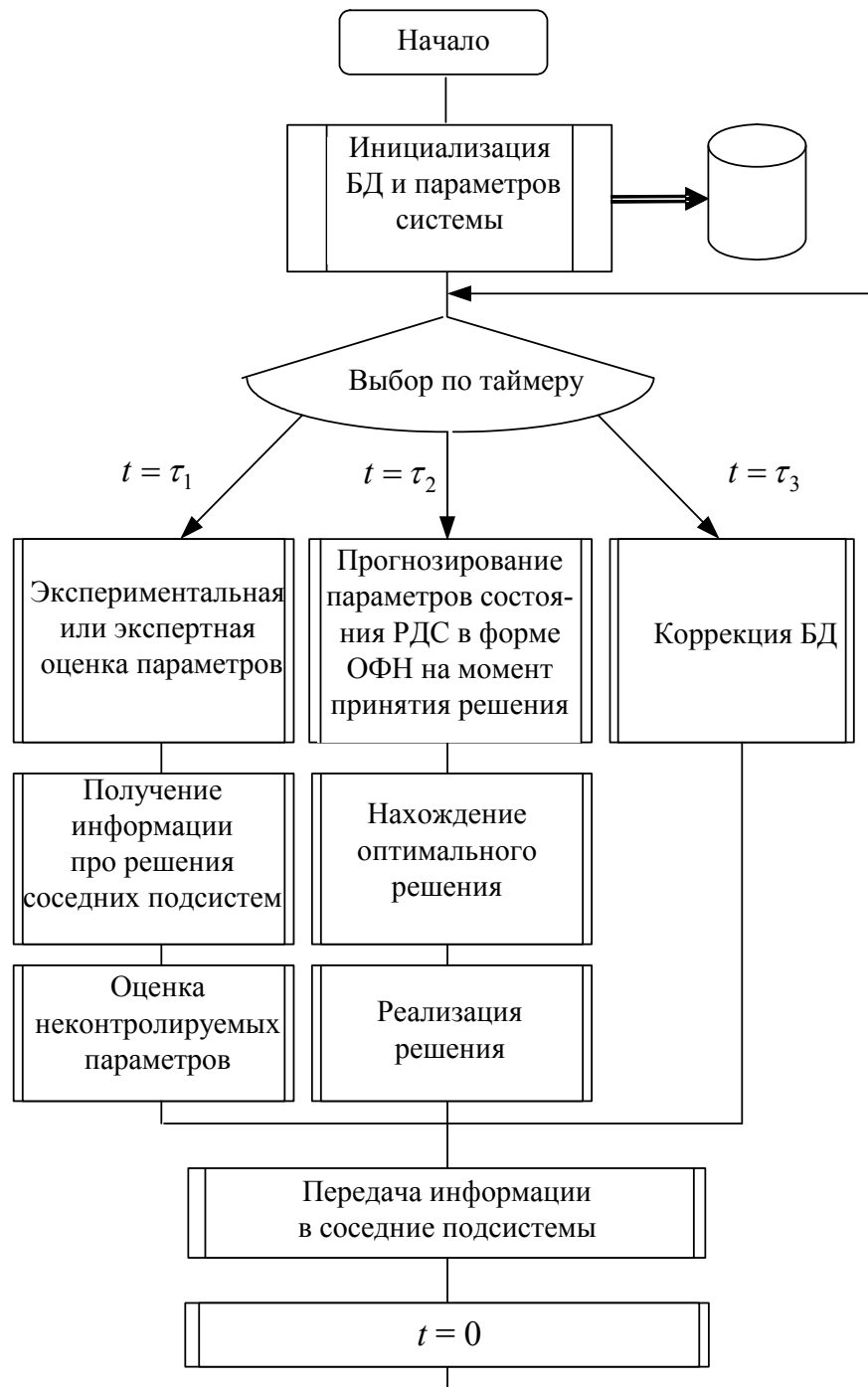


Рис. 3. Схема алгоритма ПР при процессном подходе к управлению РДС

### Исследование эффективности информационной технологии

Для исследования эффективности предложенной ИТ проведено имитационное моделирование, в ходе которого моделировалось движение транспортных средств в транспортной системе города. Алгоритм моделирования состоит из следующих этапов:

- Представление транспортной сети города в виде графа.
- Инициализация параметров светофоров.
- Генерация начальных точек движения транспортных средств.
- Генерация конечных точек движения транспортных средств.

– Определение оптимальных маршрутов движения транспортных средств по алгоритму Дейкстры.

– Моделирование движения транспортных средств и работы светофоров.

Критерием моделирования выбрано суммарное время движения транспортных средств в сети.

Использование предложенной ИТ сравнивалось с моделями принятия решений на перекрестках, построенных на основе теории статистических решений (ТСР), теории массового обслуживания (ТМО) и нечеткой логики. Результаты моделирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты имитационного моделирования

Количество элементов	Теория статистических решений, с.	Теория массового обслуживания, с.	Нечеткая логика, с.	Предложенная ИТ, с.
1	65	78	67	70
5	352	383	371	365
10	683	674	681	652
15	1015	1047	1056	974
20	1428	1484	1490	1309
25	1907	1853	1945	1712
30	2615	2536	2581	2156

Графическое представление результатов моделирования показано на рис. 4.



Рис. 4. Результаты моделирования

Из проведенных исследований vyplывает, что результаты методов принятия решений для одного элемента системы отличаются несущественно. Вместе с тем использование моделей и алгоритмов ИТ позволяет повысить оптимальность решений в пределах группы подсистем и системы в целом.

Результаты моделирования управления транспортной системой города продемонстрировали эффективность использования разработанных моделей и алгоритмов информационной технологии принятия решений.

## Выводы

Предложенная информационная технология позволяет повысить качество решений в РДС до 15 % за счет учета взаимодействия элементов, динамики системы и неопределенности стохастического и нечеткого характера.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Блюмин С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
2. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. – 332 с.
3. Kelly A. Decision Making Using Game Theory: An Introduction for Managers / A. Kelly. – Cambridge University Press, 2003. – 204.
4. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. – 102 с.
5. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності. Монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.
6. Ковалюк О. О. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами. Монографія / В. М. Дубовой, О.О. Ковалюк– Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 185 с.

**Ковалюк Олег Александрович** – старший преподаватель кафедры компьютерных систем управления, e-mail: Oleh.Kovalyuk@mail.ru

Винницкий национальный технический университет