

Министерство общего и профессионального образования РФ  
ТАГАНРОГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 517.97

№ госрегистрации 01.9.70002753

Инв. №

01.9.80 0 02073

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе,  
канд. техн. наук, профессор  
А.И. Калякин  
\_\_\_\_\_ 1997 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
КОНСЕРВАТИВНОСТЬ, ДИССИПАТИВНОСТЬ И ОПТИМАЛЬНОСТЬ  
СИСТЕМ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

(заключительный)

Х.Д. № 12193

Декан факультета автоматики и вычислительной техники, д-р техн. наук, профессор

Ю.М. Вишняков

Зав. кафедрой систем автоматического управления, научный руководитель НИР, заслуженный деятель науки и техники РФ, д-р техн. наук, профессор

А.А. Колесников

Ответственный исполнитель НИР, канд. техн. наук, науч. сотр.

В.Х. Пшихопов

Таганрог 1997


## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, заслуженный  
деятель науки и техники РФ, д-р техн.  
наук, профессор



А.А. Колесников  
(разд. 1, 2, 3)

Ответственный исполнитель НИР,  
канд. техн. наук, науч. сотр.



В.Х. Пшихопов  
(реферат, введение,  
заключение)

Научный сотрудник



О.Т. Вавилов  
(разд. 1, 2, 3)

Нормоконтролер



Л.Н. Литвиненко

## РЕФЕРАТ

Отчет 45 с., 1 кн., 2 рис., 28 источников.

### КОНСЕРВАТИВНОСТЬ, ОПТИМАЛЬНОСТЬ, ДИССИПАТИВНОСТЬ, СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ, УПРАВЛЕНИЕ, СИНТЕЗ

Объектом исследования являются многосвязные управляемые динамические системы (УДС), описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями высокой размерности.

Цель работы - развитие математического аппарата анализа и синтеза систем управления на базе линейных интегральных инвариантов оптимальных УДС.

Установлено свойство консервативности систем управления, полученных в результате применения принципа максимума Понтрягина, а также свойство диссипативности систем управления, синтезированных методом аналитического конструирования оптимальных регуляторов.

Обоснована возможность конструирования диссипативных УДС методами аналитического конструирования агрегированных регуляторов и аналитического конструирования агрегированных оптимальных регуляторов. Разработаны теоретические основы единой концепции оптимального управления УДС.

Результаты работы могут быть использованы при анализе УДС и высокоэффективных, нелинейных систем оптимального управления.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. КОНСЕРВАТИВНОСТЬ, ДИССИПАТИВНОСТЬ И ОПТИМАЛЬНОСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	6
1.1. Консервативные и диссипативные управляемые динамические системы (УДС).....	6
1.1.1. Вывод основных соотношений.....	6
1.1.2. Свойства консервативных и диссипативных УДС.....	8
1.2. Консервативные и диссипативные оптимальные УДС.....	12
1.2.1. Принцип максимума Понтрягина - конструирование опти- мальных систем в расширенном фазовом пространстве.....	12
1.2.2. Аналитическое конструирование оптимальных регулято- ров – синтез оптимальных диссипативных систем.....	16
1.3. Методы АКАР и АКАОР - синтез диссипативных УДС.....	18
2. ЕДИНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	19
3. АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПО КВАДРАТИЧНОМУ ФУНКЦИОНАЛУ ДИССИПАТИВНЫХ СИСТЕМ.....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	44

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. - М.: Мир, 1985.
2. Николис Дж. Динамика иерархических систем. - М.: Мир, 1989.
3. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. - М.: Энергоатомиздат, 1994.
4. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. - М.: Мир, 1984.
5. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. - М.: Наука, 1989.
6. Экман Ж.П. Синергетика. М.: - Мир, 1984.
7. Арнольд В.И., Ильяшенко С. // Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. - М.: Изд-во ВИНТИ, 1985. - Т 1. -С. 7-149.
8. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. - М.: Наука, 1969.
9. Колесников А.А. Последовательная оптимизация нелинейных агрегированных систем управления. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
10. Кротов В.Ф., Гурман В.И. Методы и задачи оптимального управления. - М.: Наука, 1973.
11. Колесников А.А. Синергетический подход в нелинейной теории управления // Сборник избранных работ по грантам в области информатики, радиоэлектроники и систем управления. - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 1994.
12. Вавилов О.Т. Аналитическое конструирование агрегированных оптимальных регуляторов // Проблемы математики и информатики. Материалы международной мат. конф., Гомель, 1994 г. - ч II.
13. Иванов В.А., Фалдин Н.Ф. Теории оптимальных систем автоматического управления. - М.: Наука, 1981.
14. Рождественский Б.Л., Яненко Н.Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения в газовой динамике. - М.: Наука, 1974.
15. Даферлюсь К.М. Квазилинейные гиперболические системы, вытекающие из законов сохранения // Нелинейные волны/ Под ред. С. Лейбовича и А. Сибесса. - М.: Наука, 1977.
16. Красовский Н.Н., Субботин А.И. Позиционные дифференциальные игры. - М.: Наука, 1974.
17. Летов А.М. Динамика полета и управления. - М.: Наука, 1969.
18. Абловиц М., Сигур Х. Солитоны и метод обратной задачи. - М.: Мир, 1987.
19. Овсянников Л.В. Групповой анализ дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 1978.

20. Сидоров А.Ф., Шапеев В.П., Яненко Н.Н. Метод дифференциальных связей и его приложения в газовой динамике. - Новосибирск: Наука, 1984.
21. Петров Ю.П. Метод синтеза оптимальных регуляторов, основанный на построении дифференциального уравнения подсемейства решений уравнений Эйлера // Изв. вузов „Электромеханика”, 1973. -N 10.
22. Летов А.М. Аналитическое конструирование регуляторов // Автоматика и телемеханика.- 1960.- Т. 1. - N 4. - Т. 21. - N 5, N 6. - Т. 22. - N 4.
23. Kalman R. Contributions to the theory of optimal control. Bull. Soc. Mat Mex., 1960, vol. 5, p. 102 - 109.
24. Зубов В.И. Теория оптимального управления. - Л.: Судостроение, 1966.
25. Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Введение в синергетику. - М.: Наука, 1990.
26. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. - М.: ГИ физ. - мат. литературы, 1961.
27. Смирнов В.И. Курс высшей математики. - М.: ГИ физ. - мат. литературы, 1981.- Т IV, ч. 2.
28. Жевняк Р.М., Карпук А.А. Высшая математика. - Минск: Высшэйшая школа, 1984. - Ч I.