

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ(*)

о результатах НИР по гранту за 2024 год

Конкурс 2024 года на соискание грантов
для поддержки научно-исследовательской работы
аспирантов и молодых сотрудников ИГУ.

Направление Математика, механика и информатика Шифр гранта 091-24-301

1. Наименование НИР по гранту Разработка методов решения задач оптимального управления составными системами гиперболических и обыкновенных дифференциальных уравнений

2. Структурное подразделение (кафедра, лаборатория)
Научно-исследовательская часть

3. Исполнитель НИР Копылов Даниил Евгеньевич

4. Координаты исполнителя НИР it-daniil@yandex.ru, +79249959469

5. Ожидаемые результаты в соответствии с заявленным планом работы

- Библиотека на языке Python для моделирования и оптимизации составных систем с использованием гиперболических и обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Алгоритм восстановления параметров модели ректификационной колонны.
- Алгоритм оптимизации параметров модели ректификационной колонны для приведения колонны в заданное состояние.

6. Основные полученные научные результаты

В ходе выполнения научно-исследовательской работы была разработана и запатентована [1] специализированная библиотека на языке Python для численного моделирования составных систем, описываемых гиперболическими и обыкновенными дифференциальными уравнениями. Библиотека реализована в объектно-ориентированном стиле, что обеспечивает гибкость при решении различных классов задач. Основу библиотеки составляет метод характеристик для линейных гиперболических систем первого порядка, дополненный возможностью решения сопряженных задач оптимального управления. Особенностью реализации является использование абсолютно устойчивой неявной схемы Эйлера с пересчетом, обеспечивающей второй порядок аппроксимации. При этом устройство библиотеки позволяет самим добавлять разностные схемы.

Для решения задач параметрического восстановления разработан комплекс алгоритмов [2], включающий три конфигурации (две из которых являются методами решения задачи оптимального управления): метод математического

программирования ("MPM"), метод условного градиента ("CGM") и его модифицированную версию ("IMPM").

Экспериментальные исследования проводились на тестовом примере. Результаты подтвердили работоспособность разработанных алгоритмов и продемонстрировали их сходимость при различных начальных приближениях. Наибольшая эффективность достигнута при использовании методов "CGM" [3].

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025616986 Российская Федерация. Программа численного решения линейной гиперболической системы с граничными условиями, заданными обыкновенными дифференциальными уравнениями : № 2025614937: заявлено 11.03.2025 : опубликовано 21.03.2025, Бюл. № 4 / Копылов Д. Е., Аргучинцев А. В. ; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет».
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025617265 Российская Федерация. Программа восстановления функциональных параметров граничных условий составной системы гиперболических и обыкновенных дифференциальных уравнений : № 2025614946: заявлено 11.03.2025 : опубликовано 25.03.2025, Бюл. № 4 / Копылов Д. Е., Аргучинцев А. В. ; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет».
3. Arguchintsev, A. Numerical optimization of separation processes in a distillation column / A. Arguchintsev, D. Kopylov // Cybernetics and Physics. – 2024. – Vol. 13, No. 3. – P. 241-247.

7. Предполагаемое использование результатов, в том числе в учебном процессе

В образовательном процессе результаты работы могут быть использованы при подготовке бакалавров и магистров в области прикладной математики и информатики по дисциплинам «Численные методы», «Методы оптимального управления», «Уравнения математической физики», «Моделирование систем и процессов». Библиотека компьютерных программ представляет ценность для проведения лабораторных работ по этим же дисциплинам.

В научно-исследовательской деятельности разработанные алгоритмы открывают перспективы для дальнейшего изучения задач оптимального управления составными системами. Библиотека может служить основой для создания более сложных вычислительных комплексов, предназначенных для моделирования технологических процессов в химической промышленности. В частности, данные результаты используются автором для написания магистерской выпускной квалификационной работы и будут использоваться при написании будущей кандидатской диссертации.

Практическое применение результатов связано с возможностью их использования при проектировании систем управления технологическими процессами, в частности, процессами разделения смесей. Алгоритмы в том или ином виде могут быть использованы при восстановлении параметров систем при проведении реверс-инжиниринга зарубежных технических объектов.

8. Перечень публикаций(**) по результатам работы (статьи, доклады) с приложением оттисков или рукописей, направленных в печать

- 1) Копылов, Д. Е. Восстановление параметра составной системы гиперболических и обыкновенных дифференциальных уравнений методами оптимального управления // Ляпуновские чтения - 2024 : Материалы 40-й международной конференции, Иркутск, 02–06 декабря 2024 года. – Иркутск: Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, 2024. – С. 112.

Исполнитель НИР по гранту Копылов Д. Е. /Копылов Д. Е.
(подпись)

* Аннотированные отчеты будут размещены на сайте ИГУ

** Учитываются только публикации со ссылкой на финансовую поддержку ИГУ