

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Яковлева Константина Сергеевича
на тему «Методы и алгоритмы эвристического поиска на графах регулярной
декомпозиции в задачах планирования траекторий мобильных роботов»,
представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук
по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение»**

В диссертационной работе Яковлева К.С. рассматривается круг задач, связанных с разработкой и исследованием методов эвристического поиска на графах регулярной декомпозиции, возникающих при планировании траекторий мобильных роботов. Работа охватывает несколько содержательно различных, но тесно связанных направлений: поиск пути в среде с динамическими препятствиями, построение совокупности неконфликтных путей, поиск пути с учетом геометрических ограничений, а также построение обучаемых эвристик для повышения эффективности алгоритмов поиска.

Актуальность темы исследования определяется как фундаментальной значимостью задач элиминации перебора, так и высокой востребованностью эффективных алгоритмов поиска в современных системах искусственного интеллекта, применяемых в робототехнических приложениях.

Научная новизна результатов диссертации состоит в разработке новых методов и алгоритмов эвристического поиска на графах регулярной декомпозиции, а также в теоретическом исследовании их свойств. В работе предложен новый метод поиска пути на динамическом графе регулярной декомпозиции, допускающий переходы между произвольными вершинами и основанный на сочетании безопасно-интервального планирования, обращения направления поиска и ленивой валидации переходов. Разработаны новые методы конфликтно-ориентированного и приоритизированного поиска совокупности неконфликтных путей. Предложено семейство алгоритмов поиска пути с ограничением на максимальный угол поворота, для которых получены теоретические гарантии в заданном классе решений. Отдельный интерес представляют результаты, связанные с построением обучаемых эвристических функций и их интеграцией с классическими алгоритмами поиска таким образом, что гарантируется корректность решения вне зависимости от выхода нейронной сети.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью используемого математического аппарата, теоретическим обоснованием основных утверждений, а также сравнительным экспериментальным исследованием предложенных алгоритмов на широко используемых наборах данных и в ряде случаев на реальных робототехнических платформах.

Автореферат адекватно отражает содержание выполненного исследования. В нём последовательно изложены постановки рассматриваемых задач, описаны предложенные методы, приведены основные теоретические результаты, включая формулировки лемм, утверждений и теорем, а также представлены результаты обширных вычислительных экспериментов.

По содержанию автореферата имеются следующие **замечания**:

1. Для ряда разработанных алгоритмов теоретические гарантии формулируются не для всего множества допустимых решений, а для специально выделенных классов. В связи с этим представляло бы интерес более подробное обсуждение того, насколько естественными и репрезентативными являются введенные классы решений, и в какой мере сужение пространства решений может иметь негативные практические эффекты.

2. В формулировке Теоремы 4 присутствует отсылка к «исходной топологии» графа регулярной декомпозиции, однако не вполне ясно о какой именно топологии идет речь.

3. В разделе автореферата, посвященном описанию предлагаемых гибридных методов поиска, опирающихся на нейросетевые эвристические функции, приведена лишь краткая характеристика используемых для обучения наборов данных. Желательно было бы расширить это описание.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и не ставят под сомнение научную значимость полученных результатов.

По результатам ознакомления с авторефератом можно сделать следующее **заключение**. Диссертация Яковлева Константина Сергеевича на тему «Методы и алгоритмы эвристического поиска на графах регулярной декомпозиции в задачах планирования траекторий мобильных роботов» является завершенной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для развития методов искусственного интеллекта, дискретной оптимизации и эвристического поиска. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Яковлев Константин Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.1 – «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Визильтер Юрий Валентинович, д.ф.-м.н., профессор РАН,
директор по направлению – руководитель научного комплекса
«Искусственный интеллект и техническое зрение»
ФАУ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»
Адрес места работы: 125167, г. Москва, ул. Викторенко, 7
Тел.: +7 (499) 157-94-98
Эл.почта: viz@gosniias.ru

Ю. В. Визильтер
Дата: 28.05.2025

Подпись Ю.В. Визильтера заверяю
Ученый секретарь ФАУ «ГосНИИАС»,
д.т.н., профессор



 Мужичек Сергей Михайлович