

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию А.С. Гаврилова “Методы эмпирической реконструкции пространственно распределенных динамических систем и их приложение к изучению климатических процессов”, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - радиоп физика

Диссертация А.С. Гаврилова посвящена разработке и применению новых эмпирических методов реконструкции сложных (пространственно распределенных, демонстрирующих мультимасштабную высокоразмерную динамику) систем по временным рядам. Размерность таких распределенных в пространстве временных рядов пропорциональна количеству узлов в пространственной сетке, т.е. очень велика. Такие данные содержат, с одной стороны, больше информации о системе, чем каждый из составляющих их скалярных временных рядов, с другой - конечная длина реально доступной временной выборки порождает фундаментальное ограничение на максимально допустимую размерность фазового пространства, в котором возможна статистически обоснованная реконструкция оператора эволюции системы. Поэтому для таких систем активно разрабатываются методы эмпирической редукции размерности: поиска низкоразмерных переменных, наиболее адекватно описывающих эволюцию системы с интересующими исследователя временными масштабами. Переменные, получаемые в результате такой редукции, дают возможность низкоразмерного моделирования системы и являются эффективным инструментом исследования составляющих ее взаимодействующих подсистем (главных мод изменчивости системы). Фактически, эмпирическая редукция размерности является одним из наиболее важных этапов в задаче выбора фазовых переменных, поскольку она должна максимально возможным образом сохранять ключевые свойства системы, лежащие в основе наблюдаемой динамики.

В диссертации А.С. Гаврилова ставятся и решаются несколько задач. Во-первых, это совершенствование метода построения оптимальной эмпирической модели оператора эволюции сложных динамических систем, позволяющего корректно реконструировать такие их базовые свойства, как пространственная распределенность, нелинейность и нестационарность. Во-вторых, в диссертации разрабатывается новый метод эмпирической редукции размерности пространственно распределенных данных, учитывающий оптимальным образом как возможную нелинейность связей между процессами в пространственно разнесенных точках, так и динамическую природу этих процессов, проявляющуюся в существовании различных характерных временных масштабов эволюции системы. В-третьих, разрабатываемые в диссертации А.С. Гаврилова методы применяются к такому нетривиальному объекту, как климатическая система Земли. При этом рассматривается поведение данной системы на масштабах от нескольких месяцев до нескольких десятилетий.

Новые методы эмпирической редукции размерности и реконструкции оператора эволюции применяются к выделению, по данным температуры поверхности океана, главных нелинейных динамических мод современного климата и для построения прогностической эмпирической модели одной из этих мод, описывающей один из важнейших климатических процессов: явление Эль-Ниньо – Южное Колебание. При решении всех перечисленных задач получены значимые результаты, опубликованные в ведущих мировых научных журналах.

Хочу отметить личные качества соискателя. Наряду с высоким профессионализмом, А.С. Гаврилова отличает предельная ответственность в получении новых результатов. Он является квалифицированным специалистом, способным самостоятельно ставить задачи и руководить научными исследованиями.

У меня нет никаких сомнений, что как с точки зрения его профессионального уровня, так и по степени актуальности и значимости полученных в диссертации результатов, А.С. Гаврилов заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Зав. отделом 240 ИПФ РАН,  
д.ф.-м.н.

13 июня 2019 г.

Подпись А.М. Фейгина заверяю  
Ученый секретарь ИПФ РАН,  
к.ф.-м.н.



А.М. Фейгин



И.В. Корюкин