

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Капцова Евгения Игоревича

«Симметрии и законы сохранения нелинейных дискретных моделей сплошной среды»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.01.07 – Вычислительная математика

Диссертационная работа Е. И. Капцова посвящена разработке эффективных методов построения инвариантных консервативных конечно-разностных схем для уравнений механики сплошной среды и их численной реализации. Дискретное моделирование с учетом групповых свойств исходных дифференциальных уравнений позволяет конструировать конечно-разностные схемы, обладающие важными качественными свойствами, такими, как интегрируемость и наличие у них законов сохранения.

Е.И.Капцов вынес на защиту значимые результаты в области численного моделирования различных нелинейных физических процессов, описываемых как вариационные задачи, обладающие лагранжианом, так и для случаев, когда соответствующие дифференциальные уравнения не допускают вариационной формулировки, т.е. не обладают функцией Лагранжа или Гамильтона. Такие результаты получены впервые, что подчеркивает их актуальность.

Диссертант провел групповую классификацию уравнений одномерных течений жидкостей и газов с двумя произвольными функциями, что имеет теоретическую значимость и содержит полезные справочные сведения.

Выносимые на защиту результаты работы были получены соискателем самостоятельно. Перечислю основные этапы работы соискателя:

1. Е. И. Капцов построил новую инвариантную конечно-разностную схему для уравнения второго порядка из классификационного списка Ли с помощью разностного аналога теоремы Нётер. Это нелинейное уравнение, схему для которого ранее не удалось построить П.Винтерницу, В.А.Дородницыну и Р.В.Козлову. Построенное Е. И. Капцовым семейство инвариантных схем обладает двумя разностными интегралами и содержит в себе точную схему, то есть дискретное представление дифференциального уравнения. Точная схема – это разностная схема, множество решений которой в узлах разностной сетки совпадает со множеством решений исходного дифференциального уравнения; плотность узлов сетки точной схемы может быть произвольной;
2. Соискатель обобщил разностный аналог теоремы Нётер на случай системы разностных уравнений второго порядка и построил инвариантную конечно-

разностную схему для системы уравнений Ермакова, имеющей важные физические приложения. Построенная схема обладает разностными аналогами всех первых интегралов соответствующей дифференциальной системы;

3. Диссертант был одним из разработчиков нового разностного метода сопряженных уравнений, позволяющего находить первые интегралы обыкновенных разностных уравнений, не допускающих вариационной формулировки. В работе предложен пример такой инвариантной разностной схемы для уравнения третьего порядка - уравнения Шварца, - обладающей тремя первыми разностными интегралами и, следовательно, интегрируемой;
4. Е.И. Капцов широко применяет в своих работах разностный аналог так называемого прямого метода, позволяющего получать законы сохранения уравнений без использования вариационных формулировок задачи. Как показал опыт работы соискателя, этот метод зачастую бывает проще и эффективней разностного аналога теоремы Нетер. В качестве примеров построены схемы для линейного и нелинейного волновых уравнений, обладающие локальными законами сохранения на равномерной ортогональной разностной сетке;
5. Соискатель провел групповую классификацию одномерных уравнений Эйлера-Лагранжа специального вида в лагранжевых координатах для течения жидкости и газа. Результаты классификации имеют окончательный характер и использованы им в работе при построении консервативных схем для конкретных моделей мелкой воды;
6. Е.И. Капцов построил несколько инвариантных разностных схем для одномерных уравнений мелкой воды: для уравнений течений жидкости с плоским дном, обладающих локальными законами сохранения вещества, энергии, импульса и движения центра масс; для случая произвольного дна, обладающие локальными законами сохранения массы и энергии или импульса. Такие разностные схемы построены впервые. Полученные схемы протестированы численно, результаты сравнены с другими известными схемами.

Соискатель опубликовал 9 статей в изданиях, входящих в список ВАК, 7 работ опубликованы на английском языке и проиндексированы в реферальных базах Scopus и Web of Science. Результаты докладывались на международных конференциях и на различных семинарах.

В ходе работы Е.И. Капцов проявил исключительное трудолюбие и ответственно подходил к проверке полученных результатов. Он уверенно применял методы конечно-разностного моделирования и численной реализации разностных схем, успешно

использовал методы группового анализа и групповой классификации, применял как готовые программные решения, так и самостоятельно разработал вспомогательный программный комплекс для численных расчетов.

Считаю, что диссертация Е.И. Капцова представляет собой законченную работу, выполненную на высоком научном уровне, отвечает требованиям положения ВАК РФ о присуждении учёных степеней, а её автор Капцов Евгений Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика».




Научный руководитель,
д.ф.-м.н., главный научный сотрудник,
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Дородницын В.А.

Подпись Дородницына В.А. заверяю.

Ученый секретарь
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
к.ф.-м.н.




А.И. Маслов
«6» февраля 2020 г.