

ВЛИЯНИЕ ТОПОЛОГИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОЙ ЖИДКОСТИ

Краткое изложение заявки

С.В. Головин

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

Модель идеальной магнитной гидродинамики (МГД) описывает взаимное влияние течения бесконечно проводящей жидкости и «вмороженного» в нее магнитного поля. Одной из особенностей модели является сохранение топологической структуры множества магнитных линий — интегральных кривых магнитного поля. В ряде теоретических работ (В. И. Арнольд, Г. Моффат) показано, что степень топологической сложности магнитного поля играет важную роль в физических приложениях. Целью работы является исследование влияния топологических свойств магнитного поля на физические характеристики движений бесконечно проводящей жидкости путем построения и анализа точных решений уравнений идеальной МГД.

Для анализа уравнений предполагается использовать предложенную автором естественную криволинейную систему координат, координатные линии которой связаны с траекториями частиц и магнитными силовыми линиями. При таком подходе удастся отделить описание топологии магнитного поля и эволюции движения жидкости во времени: магнитное поле в начальный момент времени определяет систему координат, а эволюция движения находится из решения системы уравнений. Применение аналогичного подхода в стационарном случае показало его действенность и позволило получить содержательный класс точных решений, обладающих функциональным произволом и задающих течения бесконечно проводящей жидкости с постоянным полным давлением.

На первом этапе реализации проекта предполагается обобщить решения с постоянным полным давлением на нестационарный случай и дать полную классификацию стационарных решений этого типа. На этом пути будут найдены новые точные решения уравнений МГД, задающие топологически нетривиальные, существенно трехмерные течения жидкости. Дальнейшее изучение точных решений предполагается провести на основе систематического применения аппарата группового анализа дифференциальных уравнений. Будет вычислены симметрии уравнений, записанных в криволинейной системе координат, произведен анализ их симметричных редукций. Предполагается также распространить подход, связанный с введением естественной системы координат, на другие модели механики сплошной среды. Реализация данной программы исследований потребует решения ряда промежуточных задач, связанных с анализом нелинейных переопределенных систем дифференциальных уравнений, вычислением топологических инвариантов, решения теоретических проблем влияния топологической структуры течения на его физические свойства. Имеющийся у автора проекта опыт построения и анализа точных решений уравнений магнитной гидродинамики позволяет надеяться на успешное достижение намеченных целей.

д.ф.-м.н.

С.В. Головин