

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу аспиранта
Григорьева Артемия Сергеевича
«Верификация программы динамики морских объектов с помощью самоходных масштабных
моделей судов»

Работа Григорьева А.С. посвящена задаче верификации программных систем математического моделирования физических объектов. Одним из способов такой верификации является сравнения результатов, полученных на модели с результатами, полученными с использованием реального объекта. В работе рассматривается прикладная задача такой верификации, а именно верификация существующей системы «Виртуальный полигон» в части динамики морских судов в условиях качки с помощью физической модели судна.

Цель работы – создание адекватной физической модели судна, разработка системы поддержки натурных испытаний с этой моделью, а также сравнение результатов моделирования динамики морского судна с результатами натурных испытаний.

В работе достаточно подробно рассматриваются методы, использованные в «Виртуальном полигоне», для моделирования волновой поверхности, отражения и излучения волн, для моделирования ветрового поля, для моделирования затопления судна, а также для моделирования движителя и руля. Отдельно описывается модель корпуса судна на базе массива треугольных граней, который аппроксимирует аналитическую геометрию корпуса судна.

В работе описана процедура изготовления масштабной модели корпуса конкретного типа судна, находящегося в базе моделей корпусов системы «Виртуальный полигон». Для создания корпуса модели судна автором был использован 3D-принтер, основанный на струйной технологии печати.

Для разработки системы поддержки натурных испытаний в качестве аппаратного обеспечения автор предложил использовать смартфон с операционной системой Android. Этот выбор обусловлен тем, что в его составе присутствуют все необходимые датчики – гироскоп, акселерометр и магнитометр, а также он поддерживает каналы беспроводной связи. Кроме того, существуют развитые системы для разработки программного обеспечения для указанной операционной системы. В качестве аппаратного обеспечения управления движителем модели Григорьев А.С. предложил использовать комплект Arduino, который подключается к тому же смартфону по интерфейсу USB. Сам смартфон размещается в центре тяжести физической масштабной модели судна. Управление физической моделью в ходе натурных испытаний осуществляется с помощью удаленного смартфона. Обмен информацией между бортовым и удаленными смартфонами происходит по каналу Wi-Fi Direct.

В работе подробно описывается программная система поддержки испытаний, разработанная Григорьевым А.С. Система состоит из программы управления движителем модели, функционирующей на Arduino, программы взаимодействия бортового смартфона с системой управления движителем, программы для записи показаний датчиков, программы взаимодействия бортового и удаленного смартфонов.

После проведения натурных испытаний физической масштабной модели, полученные показания и записанные показания датчиков были предварительно обработаны на «Виртуальном полигоне» с целью извлечения из них производных величин, характеризующих поведение судна в условиях качки. Те же самые испытания были смоделированы в «Виртуальном полигоне». Данные полученные, в результате моделирования сравнивались с результатами натурных испытаний. Сравнение проводилось по линейному ускорению и угловой скорости для того, чтобы избежать погрешностей вычисления производных величин.

Результаты сравнения показали хорошую степень сходства между натурными и модельными величинами этих параметров, что может говорить о положительном результате верификации.

В ходе работы Григорьев А.С. показал хорошую теоретическую подготовку, глубокие знания в области математического моделирования и информационных технологий. За время обучения в аспирантуре им были опубликованы 3 статьи по теме работ в изданиях индексируемых в Scopus.

Считаю, что выпускная квалификационная работа аспиранта Григорьева А.С. заслуживает оценки **“Отлично”**.

Научный руководитель

доцент кафедры КММС, к.т.н.



В.М. Гришкин