

Отзыв официального оппонента

доктора физико-математических наук Воеводина Анатолия Федоровича

на диссертационную работу Снигур Ксении Сергеевны

«Математическое моделирование русловых процессов в каналах с песчано-гравийным основанием», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы исследования

Математическое моделирование гидродинамических и русловых процессов для равнинных рек с песчано-гравийным несвязным дном является одной из сложнейших задач современной гидрологии. Сложности решения данной задачи обусловлены многомасштабностью, нелинейностью и нестационарностью рассматриваемого физического процесса, и состоят в следующем:

- 1) необходимость моделирования турбулентного гидродинамического потока, проходящего по дну сложной топологии, которое под действием потока изменяется во времени;
- 2) необходимость учета влияния уклона дна, гранулометрических и физико-механических параметров грунта, нелинейности гидравлического сопротивления русла на изменение уровня дна;
- 3) необходимость в эффективных численных алгоритмах решения задачи и вычислительных ресурсах;
- 4) необходимость в большом объеме качественных экспериментальных данных о геометрии донной поверхности канала и характеристиках грунта;

5) стохастичность гидрологических данных.

Комплексное решение проблемы разработки и реализации математических моделей, адекватно описывающих процесс развития русловых процессов в равнинных реках, является актуальной задачей на сегодняшний день и будет востребовано при проектировании и обслуживании ГЭС, газопроводов, дамб и других гидротехнических сооружений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность

В диссертационной работе выполнен критический анализ известных теоретических и эмпирических подходов к математическому моделированию русловых процессов с использованием отечественной и зарубежной литературы. Все утверждения подтверждены ссылками на источники. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, достигается использованием современной теории математического моделирования и численных методов и подтверждается согласованием решений, полученных в ходе численных экспериментов, с известными экспериментальными данными и решениями, полученными ранее другими авторами по другим моделям.

Апробация результатов исследования

Основные результаты диссертации опубликованы в 22 научных работах, из них 3 работы являются статьями в журналах из списка ВАК. Апробация работы была выполнена в рамках работы лаборатории вычислительной механики ВЦ ДВО РАН, при реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 гг.), грантов РФФИ (2012-2015 гг.), комплексной программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» (2012-2014 гг.), а так же на научно-практических конференциях различного уровня.

Научная новизна

В диссертации были получены следующие оригинальные результаты:

- 1) предложены новые математические модели, описывающие течение гидродинамического потока над песчано-гравийным дном сложной топологии и соответствующее изменение во времени уровня донной поверхности с учетом нелинейности гидравлического сопротивления русла, турбулентной вязкости потока, транспорта взвешенных и влекомых наносов, физико-механических и гранулометрических параметров донного материала;
- 2) разработаны и реализованы в качестве программных комплексов численные алгоритмы решения задач в одномерной и двумерной профильной постановках, выполнены численные эксперименты для модельных русловых задач;
- 3) получены численные закономерности формирования песчано-гравийного дна равнинной реки или канала при различных исходных данных, которые качественно и количественно согласуются с экспериментальными данными и решениями, полученными по другим моделям.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности

В диссертации получены новые математические модели, описывающие русловые процессы в равнинных реках с песчано-гравийным дном, предложены новые алгоритмы решения одномерной и двумерной профильной русловых задач, с помощью которых выполнены вычислительные эксперименты для нескольких модельных русловых задач, что позволило верифицировать предложенные модели и оценить границы их применимости. Таким образом, исследования, полученные в диссертации соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», в частности следующим: пункту 4 (реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), пункту 5 (комплексное

исследование научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента) и пункту 6 (разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента).

Замечания по работе

Замечания по работе сводятся к следующему. Обычно реальные русла в поперечном сечении имеют неоднородный состав грунта: песок, гравий и т.п. Это обстоятельство приводит к образованию излучин и других изменений в морфометрии русла. Желательно было бы отметить подходы к моделированию таких ситуаций.

Заключение

Диссертация Снигур К.С. «Математическое моделирование русловых процессов в каналах с песчано-гравийным основанием» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и на актуальную тему. В работе предложены новые математические модели для одномерных и двумерных русловых задач и эффективные методы и рекомендации по их решению, которые имеют большое значение для развития теории математического моделирования русловых процессов и могут использоваться для проектно-технических изысканий перед строительством гидротехнических сооружений в равнинных реках с песчано-гравийным основанием.

Представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности и требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» от 24.09.2013 (ред. от 30.07.2014), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Снигур Ксения

Сергеевна, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент

г.н.с ИГиЛ СО РАН

д.ф.-м.н., проф.

А.Ф. Воеводин

Подпись Воеводина А.Ф. 

Уч. секретарь ИГиЛ СО РАН

И.В. Любашевская