

**О Т З Ы В**  
**официального оппонента**  
**на диссертационную работу Аль - Кхазраджи Сундус Хатем Маджид**  
**«О компьютерном моделировании некоторых задач фильтрации»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальностям  
01.01.02 - Дифференциальные уравнения, динамические системы и опти-  
мальное управление, 05.13.18 - Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ

При описании процессов, протекаемых во фрактальных средах, все более актуальные становятся методы дробного интегро-дифференцирования. И здесь, при численной реализации решений соответствующих задач, основополагающим фактом является установление их корректной разрешимости, обеспечивающей устойчивую стабильность сходимости приближенных решений к точному, что важно при решении задач с применением скоростных компьютерных технологий.

Однако, в большинстве случаев, проводимые при этом исследования касаются только вопросов существования решений соответствующих задач и их представлений. Вопроса же корректной разрешимости и следующей из этого устойчивости по исходным данным в этих работах не обсуждается.

В тоже время ответ на этот вопрос, как правило, не простой и требует использования общих методов теории дифференциальных уравнений функционального анализа.

В связи с этим исследователю, наряду с методами и алгоритмами прикладного характера, требуется владение и использование современных теоретических и фундаментальных результатов, куда относятся и методы теории разрешимости корректно поставленных задач по Ж.Адамару. Такое сочетание теоретических и прикладных инструментов при исследовании и численной реализации задач фильтрации в пористой среде демонстрируется в данной работе. В ней методами теории сильно-непрерывных полугрупп линейных преобразований устанавливается равномерно корректная разрешимость в смысле С.Г. Крейна начально-краевых задач для феноменологического уравнения в В.С. Голубева, описывающего движение жидкости в пористой среде, имеющим промежуточный характер между ламинарным и турбулентным режимами.

Диссертация состоит из введения, трех глав, разбитых на 15 параграфов, литературы из 58 наименований и приложения, содержащего программный код для проведения вычислительных экспериментов.

Первая глава диссертации содержит необходимую терминологию, понятия и общие факты, связанные с теорией однопараметрических полугрупп преобразований. Обсуждаются проблемы корректной разрешимости задач по Ж.Адамару и равномерно корректной разрешимости начально-краевых задач

по С.Г. Крейну для линейных дифференциальных уравнений первого и второго порядков в банаховом пространстве с постоянным оператором. Указывается связь таких задач с сильно-непрерывными полугруппами преобразований.

Во второй главе дается постановка задачи фильтрации в рамках общей теории начально-краевых задач для уравнений параболического и эллиптического типов, когда пространственная переменная меняется на всей положительной оси. В случае, когда пространственная переменная меняется на ограниченном интервале, то рассматриваются задачи Дирихле и Неймана. При этом строятся необходимые инструменты исследования: квадратный корень из позитивного оператора и генерируемая им сильно непрерывная полугруппа, с помощью которых реализуется вычисление тепломассопотока на границе области.

В третьей главе результаты вычисления градиента давления применяются к построению модели автоматического регулирования течения вязкой сжимаемой жидкости в пористой среде.

Таким образом, в диссертационной работе:

1. предложены новые подходы анализа математических моделей, основополагающим математическим объектом которых являются нестационарные задачи для эволюционных уравнений, описывающих движение жидкости в пористой среде;
2. доказана корректная разрешимость решений рассматриваемых граничных задач для таких уравнений;
3. указан регуляризирующий алгоритм численной реализации градиента давления в проточной зоне и на границе области;
4. построена модель автоматического регулирования течения вязкой сжимаемой жидкости в пористой среде;
5. построен алгоритм, который реализован в среде программирования Delphi и даны соответствующие рекомендации.

Все утверждения в диссертации являются новыми. Они сопровождаются полными и подробными доказательствами. Все необходимые сведения, используемые в диссертации, сопровождаются ссылками на соответствующие источники, причем большая часть этих сведений приведена в самой диссертации. Диссертация выполнена на высоком научном уровне. Ее результаты могут найти применение в теоретических и прикладных работах.

Основные результаты диссертации своевременно опубликованы в восьми работах. Две из которых опубликованы в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации докладывались на Воронежской зимней математической школе в 2014 г., на Воронежской математической школе "Понtryгинские чтения" в 2013г., на математической международной заочной научно-практической конференции «Современные проблемы математики» в 2014г., а также на семинарах ВГУ по математическому моделированию (рук.- проф. В.А. Костин) и нелинейному анализу (рук.- проф. Ю.И. Сапронов, проф. Б.М. Даринский).

Имеются следующие замечания и пожелания:

- почему выбрана для анализа процесса фильтрации модель Голубева, и какие преимущества она имеет перед классической моделью Дарси-Бринкмана-Форчхаймера;
- для нестационарного режима константа, характеризующая массообмен между застойными зонами и ядром течения, зависит от времени. Насколько будут справедливы полученные результаты в этом случае;
- процедуру идентификации шагов дискретизации в смысле согласованности при численном интегрировании уравнения модели требует уточнения;
- в диссертации желательно было бы привести общий список используемых обозначений.

Впрочем, эти замечания не умаляют значимости полученных в диссертации результатов и могут рассматриваться как пожелания дальнейших исследований.

Таким образом, область исследования и содержание диссертационной работы Аль - Кхазраджи Сундус Хатем Маджид «О компьютерном моделировании некоторых задач фильтрации» находится на стыке специальностей 01.01.02 - Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, и 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение задач, имеющих важное значение, как в теоретических исследованиях дифференциальных уравнений, так и при их численной реализации. Работа Аль - Кхазраджи Сундус Хатем Маджид удовлетворяет всем требования п. 9 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор Аль - Кхазраджи Сундус Хатем Маджид и несомненно заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.01.02 - Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

доктор технических наук,  
профессор, ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
технический университет»,  
г. Воронеж, 394026, Московский пр. 14  
зав. каф. прикладной математики и механики,  
ryazhskih\_v@mail.ru  
89515563767

Ряжских В.И.



Ряжских В.И.  
засекретарь Ученого совета ВГТУ  
08.02.2016  
А.Е. Митрофанова