

«УТВЕРЖДАЮ»

заместитель директора по научной работе
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
проблем управления им. В.А.Трапезникова
Российской академии наук

к.ф.-м.н. Барabanов Иван Николаевич



« 1 » июня 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Новикова Константина Александровича «Математические модели процессов переноса в сложных средах и принципы максимума для них», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа посвящена математическому моделированию процессов переноса в нефтяных пластах и живых клетках с учетом неоднородности рассматриваемых сред. Неоднородность в первом случае связана с анизотропными свойствами пласта, а во втором случае – с несимметричным распределением белковых комплексов, использующихся для переноса. Построение новых адекватных численных моделей, удовлетворяющих определенным критерием качества, является актуальной задачей моделирования. В рассматриваемых в диссертационной работе процессах такими критериями являются выполнение дискретного принципа максимума в численном решении, при условии его выполнения для исходной непрерывной постановки модели, и правдоподобное описание пространственного распределения веществ, осуществляющих перенос.

Цель и задачи диссертации

Основная цель – построение, исследование и реализация численных моделей переноса веществ в нефтяном пласте и клетке. При этом математические модели и их дискретные аналоги должны удовлетворять приведенным выше критериям качества.

Содержание диссертации

Во **введении** сформулированы актуальность темы диссертации, цели и задачи исследования, научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** описаны основные понятия, проведен обзор существующих результатов по моделям фильтрации и внутриклеточного переноса веществ, численным методам их решения и принципам максимума для постановок моделей в виде дифференциальных уравнений.

Вторая глава посвящена моделированию переноса веществ в нефтяных пластах. Модели двух- и трехфазной фильтрации исследованы на существование принципа максимума для различных неизвестных. Построена численная модель двухфазной фильтрации, удовлетворяющая дискретному принципу максимума.

Третья глава посвящена моделированию процессов переноса веществ в клетке. Построена математическая модель, описывающая связанные процессы работы сети белковых комплексов – микротрубочек – и переноса веществ по ним. Модель используется для анализа особенностей клеточного метаболизма.

В **четвертой главе** описываются алгоритмы реализации предложенных моделей в виде программных комплексов: комплекса программ для моделирования многофазной фильтрации и комплекса программ для моделирования внутриклеточного переноса веществ.

Общий объем работы составляет 115 страниц, включая 20 рисунков и 12 таблиц. Список литературы содержит 81 наименование.

Публикации и содержание автореферата.

Результаты диссертации опубликованы в статьях в журналах из списка ВАК, в четырёх статьях в сборниках тезисов и трудов конференций. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Теоретический результат работы

Основным результатом работы является построение, исследование и реализация численных моделей переноса веществ в нефтяных пластах и клетках. Для моделей двух- и трехфазной фильтрации доказана справедливость принципов максимума, предложенная численная модель двухфазной фильтрации удовлетворяет дискретному принципу максимума. Предложенная математическая модель внутриклеточного переноса веществ адекватно описывает нерегулярную структурную организацию сети микротрубочек и перенос веществ по ней.

Практическая значимость работы состоит в численной реализации предложенных диссертантом численных моделей. Предложенные в

диссертации методы и модели могут быть использованы при решении инженерных задач, связанных с моделированием нефтедобычи, а также адаптации и анализа экспериментальных данных по переносу веществ в клетках, в том числе питательных веществ, вирусов и лекарств.

Замечания по диссертации

1. В численных экспериментах по многофазной фильтрации сравниваются три различных схемы для метода конечных объемов. Для практического использования данных схем важна вычислительная сложность получаемых на их основе численных моделей, однако этот аспект не отражен в работе.
2. Автор проводит численный анализ выполнения дискретного принципа максимума для переменных давления в моделях многофазной фильтрации. Из приведенных иллюстраций видно, что дискретный принцип максимума для переменных насыщенностей может нарушаться, однако в тексте этому не уделяется внимания.
3. Изначально предлагается двумерная модель внутриклеточного переноса веществ. В одном из численных экспериментов по проверке адекватности модели используются сложные перенормировки значений характеристик из трехмерного случая в двумерный. Однако потом автором используется трехмерное обобщение модели. Используя это обобщение, можно было упростить данный эксперимент.
4. Количественные характеристики геометрии сети микротрубочек оцениваются на примере двух фотографий. Полезно было бы расширить используемую базу изображений и сравнить различные клетки.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической значимости полученных результатов и общей положительной оценки работы.

Заключение ведущей организации

Стиль и оформление

Диссертация написана грамотным языком, снабжена достаточным количеством таблиц и рисунков.

Публикации

Основные результаты диссертации опубликованы в 8 печатных работах, из них 4 – в журналах из перечня ВАК.

Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения, выводы и результаты диссертации.

Работа является законченным научным исследованием, выполнена автором самостоятельно и удовлетворяет требованиям ВАК, включая пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК». Соискатель Новиков К.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18.

Работа была обсуждена и одобрена на семинаре ИПУ РАН 15 декабря 2016 года.

Руководитель семинара,
главный научный сотрудник,
д. б. н. г.н.с.
Михальский А.И.



Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук.

Адрес: 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, ИПУ РАН

Телефон: +7 495 334-89-10

Сайт организации: <http://www.ipu.ru/>

Электронная почта: dan@ipu.ru



Михальский А.И.

