

## Отзыв

научного руководителя на диссертацию 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».

Диссертация Новикова Константина Александровича посвящена математическому моделированию процессов переноса в сложных неоднородных средах: в живых клетках неоднородность связана с асимметричной сетью микротрубочек, по которой осуществляется перенос, а в нефтяных резервуарах – пористостью и анизотропией тензора проницаемости.

В первой главе вводятся основные понятия, и дается обзор научной литературы по теме диссертации.

Во второй главе диссертационной обсуждается принцип максимума в моделях многофазной фильтрации. Глава начинается с исследования моделей двухфазной и трехфазной фильтрации. Сформулированы и доказаны принципы максимума для классического решения уравнений модели двухфазной фильтрации (для переменных давлений и насыщенности) и трехфазной фильтрации (для переменных давлений). Для модели двухфазной фильтрации сформулирована численная модель, основанная на использовании нелинейной многоточечной схемы дискретизации потока. Для нее доказано существование дискретного принципа максимума (для переменных давлений). Глава завершается приведением результатов численных экспериментов. Вычислительные эксперименты подтверждают справедливость дискретного принципа максимума для случая, в котором его существование доказано аналитически. Затем проверяются другие случаи. Показано, что при используемом наборе параметров моделей, дискретный принцип максимума не нарушается в том случае, если справедлив принцип максимума для исходной постановки в виде уравнений в частных производных.

Третья глава посвящена моделированию переноса веществ в клетке. Сначала приводится обобщение модели переноса пигмента в клетках кожи рыб. В обобщенной версии модель описывает универсальные для всех клеток процессы переноса эндосом и формирования сети микротрубочек. Адекватность модели и оценок параметров проверяется на экспериментальных данных. Далее приводятся различные модификации модели, которые используются для исследования влияния использования сети микротрубочек на метаболические процессы клетки. Предложенная модель используется для оценки энергетической эффективности переноса веществ. При помощи модели показано, что более эффективные сети требуют больших затрат энергии, а также большего времени для формирования. Затем, используя экспериментально обоснованное описание морфологии сети микротрубочек, объясняется феномен падения средней скорости эндосом с ростом промежутка времени измерения.

В четвертой главе приведены основные алгоритмы и описаны комплексы программ, реализованных в ходе работы над диссертацией.

Заключение содержит основные результаты и выводы диссертации.

Во время нашей совместной работы Новиков Константин Александрович показал себя самостоятельным и инициативным исследователем, способным применять теоретические знания на практике, а также разбираться и ориентироваться в современной литературе по вычислительной математике и математическому моделированию. Формулировка и доказательство принципов максимума, разработка и исследование моделей внутриклеточного переноса, а также реализация комплекса программ для

численного решения рассматриваемого в диссертации класса задач, проведены Новиковым Константином Александровичем лично.

На 58 научной конференции МФТИ доклад Новикова Константина Александровича по теме диссертации был отмечен почетным дипломом.

Считаю, что диссертационная работа Новикова Константина Александровича «Математические модели процессов переноса в сложных средах и принципы максимума для них», удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук, профессор,  
зам. директора ИВМ РАН

Романюха Алексей Алексеевич

Подпись Романюхи Алексея Алексеевича удостоверяю.

Ученый секретарь ИВМ РАН,  
доктор физико-математических наук, профессор

Виктор Петрович Шутяев

20 апреля 2017 года.

