

Отзыв

на автореферат диссертации У.С.Зубаировой

«Компьютерное моделирование морфодинамики в меристемах растений с учетом морфогенетической регуляции и биомеханических свойств клеток»,

представленной на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.09 – математическая биология, биоинформатика.

Не являясь биологом, я хотела бы выразить свое отношение к работе У.С.Зубаировой с точки зрения специалиста по компьютерному моделированию. В частности, хотя биологический аспект актуальности работы понятен и раскрыт в автореферате достаточно полно, актуальность математической и методологической части следует также отметить. Созданная в диссертации методология моделирования морфодинамики, содержащая в математическом описании моделируемого явления дискретные правила изменения состояний структуры, необходима и востребована для изучения многих явлений, как в живых так и в неживых системах. В связи с этим следует считать **задачу создания методологии моделирования актуальной** и способствующей развитию компьютерного моделирования естественных процессов.

Научная новизна методики моделирования состоит в модификации формализмов L-системы, позволившей объединять дискретные правила перехода с дифференциальными уравнениями (dL-система). При этом синхронная L-система (введенная Линденмайером более полувека тому назад) преобразована в асинхронную путём использования параметризации, что увеличило существенно её моделирующую способность. Это очень правильный шаг, соответствующий общей тенденции в дискретном моделировании.

На базе выбранной методологии диссертантом разработан пакет программ «Морфодинамика растительной ткани» (МРТ), реализованный в самой современной системе программирования “Mathematica”, имеющей средства для программирования как дифференциальных уравнений, так и основанных на правилах (rule-based) операторов. Освоение этой системы программирования можно тоже считать **новым шагом** в развитии биоинформатики.

Методике моделирования и структуре МРТ-пакета посвящена вторая глава. В трёх следующих главах приводятся результаты моделирования трёх процессов роста биотканей.

В третьей главе исследовалась структура ниши стволовых клеток в апикальный меристеме побега арабидопсиса путем моделирования с использованием dL –системы. Модель состоит из набора правил, описывающих деление и дифференцировку клеток, причём динамика концентраций дана в виде дифференциальных уравнений. Анализ результатов моделирования позволил выявить причины появления признаков разрушения структуры ниши стволовых клеток.

В четвёртой главе представлена модель симпластного роста растительной ткани. Эта модель отличается от предыдущих во-первых, тем, что учитывается рост клеток который происходит как за счет синтеза биомассы, так и за счет поступления воды. Уравнения роста выведены как для изменения длины одного автономного файла клеток,

так и для симпластного случая, для которого был построен формализм «склеенных» дифференциальных L-моделей. **Авторское нововведение** состоит в добавлении к листовым клеточным файлам «управляющей» одномерной L-системы, которая обеспечивает синхронное деление всех клеток системы, тем самым вводя модель в класс параметрических dL-моделей.

В пятой главе построена модель формирования трихом на листе пшеницы. Эта модель по сути является dL-моделью дифференциации, роста и деления клеток листа. Рост и деление моделируются аналогично росту и деления эпидермиса, а дифференциация моделируется dL-моделью с алфавитом из восьми символов, соответствующих типам дифференцированных клеток, среди которых есть ствольные клетки, могущие стать трихомами и клетки трихомы

При общем очень хорошем впечатлении от диссертации, имею **одно замечание** рекомендательного характера: главный результат диссертации, сформулированный как «Разработан пакет программ ...» предполагает, что в тексте (не только диссертации, но и реферата) должны быть приведены технические реализационные характеристики пакета, а именно: на каком компьютере выполнялась реализация (производительность, память), проблемы использования системы *Mathematica*, время реализации программ.

В целом, я считаю, что созданный автором диссертация комплекс математических моделей морфодинамики и их компьютерная реализация в системе программирования *Matematica*, составляют завершенную разработку, обладающую научной новизной, и диссертация в целом удовлетворяет требованиям ВАК. У.С.Зубаирова достойна присвоения ей ученой степени кандидата биологических наук по специальности «Математическая биология, биоинформатика».

Гл. научн. сотр. ИВМиМГ СО РАН
Д.т.н., проф. Бандман Ольга Леонидовна,

6300906 Новосибирскб пр-о Лаврентьева, 6
ИВМи МГ Со РАН
e-mail: bandman@ssd.sccc.ru
tel.: +7 960 787 7081



Подпись О.Л.Бандман удостоверяю: