

ПРИЛОЖЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ИЗУЧЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

Лашенко А., Мандрикова Ю.Д.

Руководители: Романовская Л.В., учитель математики, Егорова Н.Ф.

МАОУ "Общеобразовательное учреждение лицей № 7"

Цель работы: Исследование применения математики в биологии и построение математической модели структуры древесины березы.

Задачи:

1. Изучение литературы;
2. Рассмотрение известных математических моделей;
3. Анализ биологических объектов с использованием математических понятий;
4. Рассмотрение методов на практике и построение математической модели.

В наше время всё чаще и чаще рядом со словом «биология» появляется слово «математика». В биологию, которая по сути своей была экспериментально-описательной наукой, проникли неведомые ей ранее методы абстрактного анализа, отвлеченных умозрительных рассуждений, методы, связанные с точным расчётом и громоздкими математическими выкладками. Мнение о том, что биология постепенно математизируется, широко распространилось. Сейчас число математических работ в биологии непрерывно увеличивается. Чтобы проникнуть в исследуемые процессы или явления и управлять ими, необходимо найти соответствующий математический аппарат, который мог бы обеспечить более точный и логически строгий метод анализа.

Математика изучает воображаемые, идеальные объекты и соотношения между ними, используя формальный язык. В общем случае математические понятия и теоремы не обязательно имеют соответствие чему-либо в физическом мире. Главная задача прикладного раздела математики — создать математическую модель, достаточно адекватную исследуемому реальному объекту. Задача математика-теоретика — обеспечить достаточный набор удобных средств для достижения этой цели.

Содержание математики можно определить как систему математических моделей и инструментов для их создания. Модель объекта учитывает не все его черты, а только самые необходимые для целей изучения (идеализированные). Например, изучая физические свойства апельсина, мы можем абстрагироваться от его цвета и вкуса и представить его (пусть не идеально точно) шаром. Если же нам надо понять, сколько апельсинов получится, если мы сложим вместе два и три, — то можно абстрагироваться и от формы, оставив у модели только одну характеристику — количество. Абстракция и установление связей между объектами в самом общем виде — одно из главных направлений математического творчества.

Когда говорят о математическом моделировании в биологии, это означает следующее. Каждому исследуемому биологическому объекту ставят в соответствие подходящий математический объект (число, функцию, множество, матрицу), а связи и отношения между биологическими объектами записывают с помощью математических отношений и соответствий (равенств, уравнений, неравенств). Таким образом, получают математическое описание биологического явления, или, как говорят, математическую модель.

Они строятся на основе данных эксперимента или умозрительно, формализовано описывают гипотезу, теорию, структуру, процесс или открытую закономерность того или иного биологического феномена на разных уровнях организации живого: молекулярном, субклеточном, клеточном, органно-системном, организменном и популяционно-биоценоотическом и требуют дальнейшей опытной проверки.

Математическая модель в отдельных случаях позволяет предсказать некоторые явления, ранее не известные исследователю. Так, модель сердечной деятельности,

предложенная голландскими учёными ван дер Полом и ван дер Марком, основанная на теории релаксационных колебаний, указала на возможность особого нарушения сердечного ритма, впоследствии обнаруженного у человека.

Помимо построения моделей для обработки данных биологических экспериментов используется аппарат математической статистики: вычисление среднего арифметического, среднего квадратического, дисперсии, корреляции, и т.д.

В качестве практического примера произведена математическая обработка данных по структуре годичного слоя березы. Данные измерений под микроскопом на поперечных срезах предоставлены Институтом леса им.В.Н.Сукачева СО РАН.

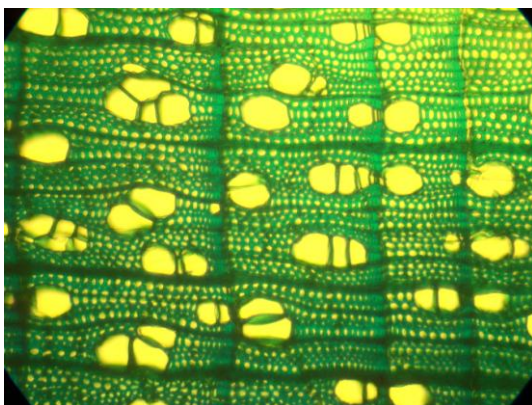
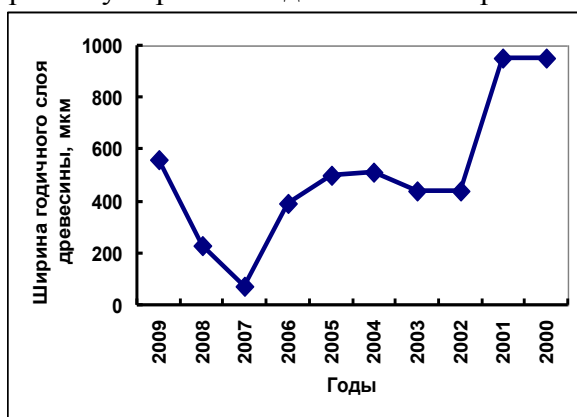
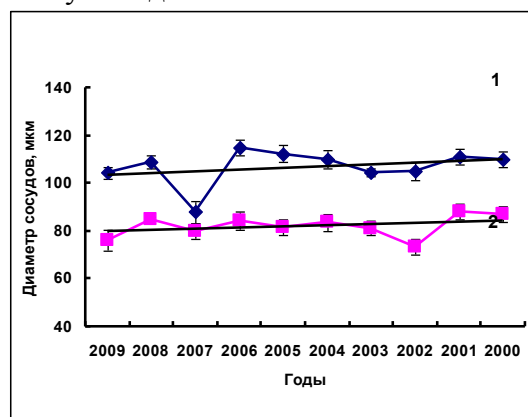


Рис. 1 Поперечный срез древесины березы под микроскопом

Задача: Выявить, изменяется ли размер сосудов при изменении ширины годичного слоя древесины, и если изменяется, то каким образом. Провести статистическую обработку первичных данных и построить математическую модель связи этих величин.



а



б

Рис. 2 Характеристики годичных слоев древесины березы за 10 лет: а – ширина годичных слоев древесины, мкм; б – радиальные (1) и тангентальные (2) диаметры поперечных сечений сосудов.

Были рассчитаны средние арифметические для ширины годичных слоев и размеров сосудов, а также средние квадратические отклонения и ошибки средних. На рисунке 2 приведены средние значения из 10 измерений для ширины годичных слоев, радиального и тангентального диаметров сосудов. Статистическая обработка показала, что изменчивость этих показателей невелика и составляет около 5%.

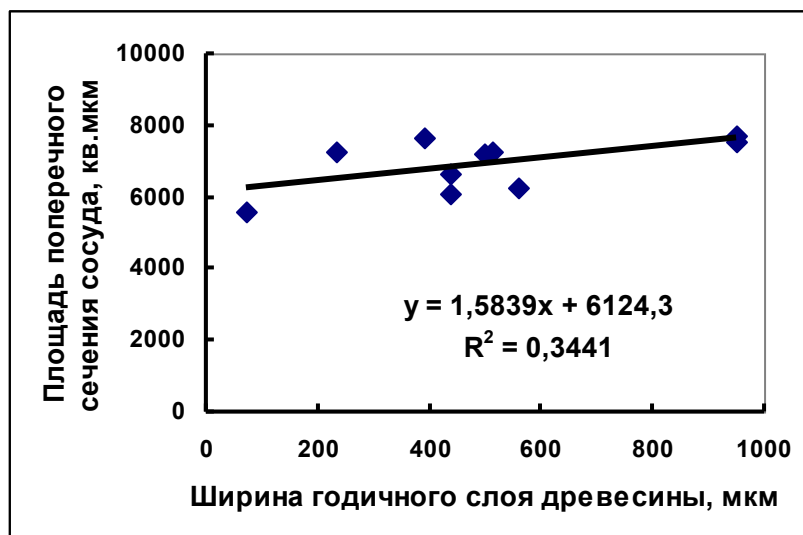


Рис. 3 Связь ширины годичного слоя и площади поперечного сечения сосудов древесины березы.

Расчеты проводили с помощью программы Microsoft Excel. Был построен график связи ширины годичного слоя и размера сосудов древесины березы (рис. 3). Получена модель в виде уравнения первой степени. Модель показывает, что с увеличением ширины годичного слоя древесины размер поперечного сечения сосудов также увеличивается. Эта связь средней силы, о чем говорит величина коэффициента R^2 . По данной модели можно предсказать размеры сосудов древесины по величине годичного слоя – легко измеряемой величине. Размеры сосудов важны для оценки состояния дерева, так как по ним вода поднимается от корней до кроны. Кроме того, размеры клеток древесины влияют на физические свойства древесины, например, прочность, а также имеют большое значение в производстве бумаги и целлюлозы из древесины (пропитывание варочными растворами).

Вывод

Создание и использование математических моделей в биологии, их совершенствование способствуют дальнейшему развитию математической и теоретической биологии, а также имеют большое практическое значение.