

$$f_2 = \sigma_1\sigma_2 - 3\sigma_3.$$

Получаем

$$f(x_1, x_2, x_3) = f_1(x_1, x_2, x_3) + f_2(x_1, x_2, x_3) = \sigma_1^2\sigma_3 - 2\sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_2 - 3\sigma_3.$$

Ответ: $\sigma_1^2\sigma_3 - 2\sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_2 - 3\sigma_3$.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» по договору о выполнении НИР «Изучение групп центральных единиц целочисленных групповых колец» заявка № ШК-20-04-17/1 от 17.04.2020.

Библиографический список

1. Шумакова Е.О., Севостьянова С.А., Вагина М.Ю. Формирование профессиональных компетенций бакалавров при изучении дисциплины "Алгебра" // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. С. 45.
2. Шумакова Е.О., Миссаль В.В. Применение технологии учебных проектов при изучении профильных математических дисциплин // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. С. 3.
3. Севостьянова С.А., Мартынова Е.В., Нигматулин Р.М., Шумакова Е.О. Формирование проектных умений будущих учителей математики при выполнении методических проектов // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10-2. С. 360-365.
4. Куликов Л.Я. Алгебра и теория чисел: Учебное пособие для педагогических институтов. – М., 1979. – 485с.
5. Винберг Э.Б. Алгебра многочленов. – М., 1980. – 72с.

УДК 57:51-76

Исследование пространственно-временной модели

В.В. Журавлева, А.А. Выприцкая

АлтГУ, г. Барнаул

Метод математического моделирования позволяет представить основные закономерности в структуре либо в процессах лесных экосистем в виде конкретных математических моделей, тем самым повышая эффективность научных исследований и снизить временные и материальные издержки на наблюдения. Математические модели зачастую позволяют обнаружить, что за видимостью случайных

явлений стоят закономерности.

Целью данного исследования было исследование закономерностей пространственно-временной динамики деревьев в зависимости от режима затенения ярусов древостоя.

Наиболее широко принятой в современной экологии лесных сообществ является ярусно-мозаичная концепция леса как сложной системы. "Элементом" здесь является не отдельное дерево, а ассоциация деревьев. Лесной ценоз представляет собой пространственную мозаику, состоящую из элементов, которые развиваются относительно независимо, проходя определенные фазы развития. В цикле возобновления леса можно выделить следующие основные стадии [1-8]:

- стадия прогалины (окна), образующегося в результате гибели дерева или группы деревьев;
- стадия прироста, на которой доминирует молодое поколение;
- стадия зрелости, образованная взрослыми деревьями.

Устойчивое существование лесного, биогеоценоза обеспечивается оптимальной ярусно-мозаичной структурой леса, представленного всеми тремя стадиями. Древесная ассоциация – локус, характеризуется видовым составом, густотой, пространственными размерами, которые определяют особенности развития и процессы формирования локусов как ячеек леса в пространстве. Наибольшее распространение для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования динамики конкретных экосистем на небольших территориях (1-1000 га) получили гэп-модели [1, 5]. Основой, которых является модель отдельного гэпа, описывающая динамику деревьев на участке фиксированной площади, обычно 10x10м. Уравнение роста зависит от светового режима, температуры и других параметров среды, также учитывается конкуренция растений за ресурсы. Возобновление и гибель деревьев на участке задают обычно каким-либо случайным процессом. Влияние соседних гэпов как правило не учитывают.

Рассмотрим модель роста дерева, которая описывается следующей системой дифференциальных уравнений [2-4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV}{dt} = \frac{a(1 - \exp(-pV^d))P_{\max} \cdot Q}{a(1 - \exp(-pV^d)) \cdot Q + P_{\max} pV^d} bV^d - cVH \\ \frac{dH}{dt} = (k + m \cdot H) \cdot \left(R(Q) - \frac{H}{H_{\max}} \right) \\ D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H f}} \end{array} \right. \quad (1)$$

где V – объем дерева, H – высота дерева, D – диаметр дерева, P_{\max} – максимальная интенсивность фотосинтеза единицы площади листьев дерева, p – коэффициент затенения дерева, d – фронтальная размерность кроны ($2/3 \leq d < 1$), k , m – видоспецифические параметры, f – видовое число показывающие отклонение от идеального цилиндра, α – крутизна световой кривой, показывает интенсивность фотосинтеза при малом освещении, F – видовое число, показывающие отклонение от идеального цилиндра, Q – доля солнечной радиации при затенении окружающим древостоем, $R(Q)$ – коэффициент конкуренции, зависящий от интенсивности падающего света ($0 < Q < 1$). В данной модели представляет интерес исследовать влияние интенсивности освещения с учетом затенения на процессы роста деревьев различных ярусов.

Проведем численные эксперименты с целью исследования влияния режима затенения на динамику роста для деревьев разных ярусов. Данный режим в исследуемой модели определяется авторами коэффициентом R , который в данной работе предлагается сделать зависимым от доли солнечной радиации Q :

$$R(Q) = 1 - sQ. \quad (2)$$

Далее в работе проведено исследование модели трёхъярусного древостоя кедра сибирского при различных значениях коэффициента s .

При сравнении результатов численных экспериментов для различных условий затенения деревьев среднего и нижнего ярусов, значения высот и диаметров ствола наиболее приближены к реальным данным при s приближенному к 1. В остальных случаях наблюдается неадекватное соотношение высот и диаметров деревьев различных ярусов.

Библиографический список

1. Карев Г.П. Моделирование динамики однопородных древостоев // Сибирский экологический журнал. 1999. № 4. – С. 403–417.
2. Колобов А.Н. Численно-аналитическое исследование модели роста дерева в условиях конкуренции за свет // Математическая биология и биоинформатика. 2012. Т.7, №1. –С. 125–138.
3. Колобов А.Н., Фрисман Е.Я. Моделирование процессов динамической самоорганизации в пространственно распределенных растительных сообществах // Математическая биология и биоинформатика. 2008. Т.3, №2. – С. 85–102.
4. Колобов А.Н., Фрисман Е.Я. Моделирование процессов конкурентного взаимодействия в древесных сообществах // Сибирский журнал индустриальной математики. 2009. Т.12, №4. – С.79–91.
5. Кузнецов В.И., Козлов Н.И., Хомяков П.М. Математическое

моделирование эволюции леса для целей управления лесным хозяйством. 2005. – С. 232.

6. Чумаченко С.И. Моделирование динамики многовидовых разновозрастных лесных ценозов // Журнал общей биологии. 1998. Т.59. №4. – С. 363–376.

7. Landsberg J.J. Modelling forest ecosystems: start of the art, challenges, and future directions // Canadian Journal of Forest Research. 2003. V.33. – P. 385–397.

8. Peng C.H., Wen X. Forest simulation models // Computer Applications in Sustainable Forest Management. 2006. – P.101–125.

УДК 57:51-76

Исследование влияния режима досвечивания на суточную динамику фотосинтеза растений в условиях защищенного грунта

В.В. Журавлева, А.А. Мартынова

АлтГУ, г. Барнаул

Среди основных внешних факторов, влияющих на интенсивность процесса фотосинтеза, главными являются освещение, тепловой и водный режим, атмосферная концентрация углекислого газа и кислорода, а также режим минерального питания. От сочетания этих условий, как следствие, зависят питание растений, их рост, развитие и урожайность [1-3].

Условия освещенности растений в сооружениях защищенного грунта зависят от многих факторов, в частности от угла наклона кровли, качества стекла или пленки на кровле. От интенсивности освещения зависят сроки плодоношения и нарастания урожая (весной и летом растения растут быстрее, чем зимой). Считается, что солнечный свет является лучшим освещением, поскольку филогенетическое развитие растений происходило именно на нем, растения лучше к нему приспособлены [1-2].

Рассмотрим ситуацию: растения выращиваются в теплице и создаются подходящие условия по всем метеофакторам для того, чтобы организовать наиболее благоприятную среду для роста и развития растения. Тем не менее, будем оптимизировать этот режим путем досвечивания. Например, в зимние месяцы можно будет в теплице организовать освещение, соответствующее летним месяцам. Либо в пасмурные дни досвечивать растения до режима непасмурного дня.