

## НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОФИЗИКИ ЧИСТЫХ ДРЕВОСТОЕВ

В данной статье дается вывод основных уравнений разработанной нами системы математически формализованных принципов функционирования соснового насаждения, отражающих динамику ростовых процессов данной биологической системы в различных условиях местопроизрастания.

При составлении таблиц хода роста (ТХР) для удобства расчетов полагают, что древостой состоит из определенного количества "средних деревьев." Параметры среднего дерева участвуют в расчетах сумм площадей сечений, запасов древесины, прироста и т.д. Иными словами, ТХР насаждения представляет собой формализованную систему описания определенных популяционных процессов. Назовем биосистему, отраженную в ТХР, элементарной популяцией (ЭП).

Под ЭП подразумевается сложная динамическая саморегулирующая система, взаимодействующая с окружающей средой, образованная множеством взаимосвязанных и взаимодействующих индивидуумов, подчиненная в своем развитии общим закономерностям роста насаждений данного древесного вида.

Индивидуум — сложная динамическая саморегулирующаяся система, взаимодействующая с окружающей средой и подчиненная в своем развитии общим закономерностям роста организмов данного древесного вида.

Закономерности роста индивидуума характеризуются зависимостями между изменениями размеров индивидуума по трем измерениям в пространстве и во времени. Скорость изменения этих размеров — прирост — зависит от условий внешней среды (УВС).

Полагаем, что площадь сечения ствола индивидуума и высота при определенных УВС стремятся к некоторым пределам, характерным для данных УВС. Текущие значения высоты и площади сечения ствола индивидуума с течением времени бесконечно приближаются к своим максимальным значениям.

Разделив ствол на бесконечное множество элементарных сечений, рассмотрим одно из них.

В процессе роста данное сечение расходует определенную часть поступающей извне энергии на деление клеток в камбиальном слое, а остальную часть — на поддержание жизнедеятельности клеток, составляющих само сечение [1]. Толщина камбиального слоя по отношению ко всей величине данного сечения есть величина бесконечно малая, поэтому мы не допустим большой погрешности, считая камбиальный слой периметром данного сечения.

Величина его равна  $\pi d$ , где  $\pi = 3,14$ ;  $d$  — текущий диаметр данного сечения.

Скорость увеличения периметра данного сечения мы можем записать в виде дифференциала от  $\pi d$  по  $dt$ , где  $t$  — время, т.е.  $\frac{d(\pi d)}{dt}$ .

При достижении текущей площадью сечения  $g$  своего максимального значения  $G$  скорость увеличения периметра должна быть равна нулю, т.е.

$$\frac{d(\pi d)}{dt} = \gamma (G - g),$$

где  $\gamma$  — некоторый коэффициент пропорциональности.

Проинтегрировав и произведя соответствующие преобразования, получаем

$$d = D \omega,$$

где  $\omega = th(\varphi t)$ ;  $th$  — знак гиперболического тангенса;  $\varphi$  — некоторая постоянная величина;  $t$  — время (возраст насаждения);  $d$  — текущий диаметр данного сечения;  $D$  — максимально возможное значение диаметра в данных УВС.

Поскольку рост по высоте осуществляется тем же камбиальным слоем, что и рост по диаметру, и УВС не заставляют индивидуум перестраивать свое метаболическое равновесие, то мы вправе считать, что высота индивидуума  $h$  стремится к своему пределу  $H$  в тех же пропорциях, что и диаметр  $d$  к своему пределу  $D$ . Иными словами,

$$h = H \omega ; \omega = th(\varphi t).$$

Далее рассуждаем следующим образом: вероятно, на протяжении ствола от комля до вершины существует такое сечение, произведение величины которого на высоту ствола равно объему данного ствола

$$V = v th^3(\varphi t);$$

где  $V$  — текущий объем ствола;  $v$  — максимально возможный объем ствола в данных УВС.

Сформулируем рабочую гипотезу. В пределах небольшой относительно поверхности Земли территории основное управляющее воздействие на рост индивидуума элементарной популяции оказывает богатство почвы, выражающееся в количестве почвенного раствора, доступного данному виду (данной элементарной популяции), и уровне насыщения этого раствора веществами, необходимыми для жизнедеятельности индивидуума.

Таким образом, если два сравниваемых индивидуума находятся в одинаковых климатических условиях, а внутри их ЭП значения параметров внутривидовой конкуренции равны, то параметры  $\varphi$ ,  $H$  и  $D$  отра-

жают различия в богатстве почв, на которых развиваются два сравниваемых индивидуума.

Параметр  $\varphi$  можно вычислить по данным пробной площади.

Исходя из полученных выше уравнений, мы можем записать

$$\frac{h}{H} = \frac{d}{D}.$$

Диаметр ствола на абсолютной высоте  $d_{\text{abc}}$  (допустим, на высоте груди  $x = 1,3$  м) должен выдерживать следующее отношение:

$$\frac{d_{\text{abc}}}{D_{\text{abc}}} = \frac{h - x}{H - x}.$$

Теперь можно получить формулы старого и нормального видовых чисел. Для старого видового числа

$$f_s = \left( r \frac{h}{h - x} \right)^2; \quad r = \text{const.}$$

Нормальное видовое число равно константе при постоянных УВС индивидуума, что подтверждает гипотезу профессора В.К.Захарова [2] о постоянстве значения нормального видового числа во времени

$$f_N = \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 = \text{const.}$$

Однако различные внутривидовые условия могут влиять на значение видового числа. Зависимость видовых чисел от полноты в настоящей статье не рассматривается.

В выражение диаметров через высоты необходимо внести поправку. Дело в том, что видовое число дерева и видовое число полученного из него ствола — не одно и то же. На это указывают в своих работах многие ученые, в том числе Н.В.Третьяков [3], Н.П.Анучин [4] и др. Действительно, верхушечный побег дерева вряд ли можно считать стволовой древесиной. При составлении ТХР этот побег исследователем интуитивно отбрасывается. Эта поправка заметна лишь в молодом возрасте. В старшем она не влияет существенно на запас насаждения. В то же время прирост по диаметру за последний год следует безоговорочно считать стволовой древесиной. Поэтому следует в формулу видового числа ввести размер прироста за последний вегетационный период. В конечном виде формула старого видового числа выглядит так:

$$f_s = \left( r \frac{h + \Delta h}{h + \Delta h - x} \right)^2,$$

где  $\Delta h$  — размер прироста за текущий год;  $x$  — высота, равная 1,3 м. Вычислено примерное значение коэффициента  $r = 0,638$ .

Поскольку ЭП — система динамическая, нас интересует не только ее удельный запас (запас на единице площади) и плотность (число стволов на гектаре) в определенный момент времени, но и динамика этих параметров во времени.

Скорость изменения запаса можно выразить через отношение приращения запаса к промежутку времени, за который оно произошло, иначе  $dM/dt$ .

Скорость отпада (исключения биомассы) при постоянном значении относительной полноты можно выразить через изменение численности ЭП, умноженное на объем индивидуума и деленное на элементарный промежуток времени, за который это изменение произошло:

$$\frac{V(N_1 - N_2)}{t_2 - t_1} = -\frac{V(N_2 - N_1)}{t_2 - t_1} = -\frac{V\Delta N}{\Delta t},$$

где  $V$  — объем ствола индивидуума;  $N_1$  — число стволов на гектаре в возрасте  $t_1$ ;  $N_2$  — число стволов на гектаре в возрасте  $t_2$ . Полагая, что скорость увеличения удельного запаса пропорциональна скорости исключения биомассы на единице площади и скорости эти противоположно направлены, то

$$\frac{dM}{dt} = -pV \frac{dN}{dt},$$

где  $p$  — параметр, характеризующий величину внутривидовую конкуренцию. При значении  $p=0$  элиминации (исключения) индивидуумов из ЭП не происходит. При  $p=1,0$  запас элиминируемой части ЭП равен приращению запаса ЭП в одном и том же элементарном промежутке времени.

Преобразуем полученное уравнение к виду

$$\frac{dM}{Mdt} = \frac{-dN}{Ndt} p.$$

Правая и левая части уравнения, с экологической точки зрения, являются коэффициентами рождаемости и смертности данной популяции [5,6 и др.]. Эти коэффициенты целесообразно использовать в тех случаях, когда сравниваются популяции разных размеров.

Решив данное уравнение, получим формулу

$$M N^p = W,$$

где  $W$  — константа, определяемая по данным пробной площади или по имитируемой ТХР;  $M$  — запас древостоя;  $N$  — число стволов.

Построенная система уравнений положена в основу модели ТХР. Результаты работы модели хорошо отражают динамику хода роста чистых по составу разновозрастных древостоев. Эксперименты, проведенные на ЭВМ ЕС с

данными ТХР, составленных различными авторами, свидетельствуют о допустимости отклонений расчетных данных.

Применение модели позволяет сократить количество закладываемых при изучении хода роста чистых древостоев пробных площадей в несколько раз, увеличивая при этом точность прогноза. Анализ значений рабочих параметров модели позволяет получать дополнительную информацию об условиях роста древостоя. С ее помощью можно также производить сравнительную оценку различных таблиц хода роста, а также вплотную подойти к вопросу типизации этих таблиц для различных географических районов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Х и л ь м и Г.Ф. Теоретическая биогеофизика леса. — М., 1971.
2. Лесотаксационный справочник/В.К.З а х а р о в, О.А.Т р у л ь, В.С.М и р о ш н и к о в, В.Е. Е р м а к о в. — Минск, 1962.
3. Т р е т ь я к о в Н.В. Закон единства в строении насаждений. — Л., 1927.
4. А н у ч и н Н.П. Лесная таксация. — М., 1977.
5. Д р е Ф. Экология. — М., 1976.
6. О д у м Ю. Основы экологии. — М., 1976.

УДК 630\*524.37

О.А.ТРУЛЬ

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПО КАТЕГОРИЯМ КРУПНОСТИ

Плановая система воспроизводства и эксплуатации наших лесов требует совершенствования методов учета и распределения древесины на корню по категориям крупности, применяемых в системе лесного хозяйства при материально-денежной оценке лесосек. До настоящего времени эта оценка производится на базе сортиментных таблиц [1], с распределением древесины в кубических метрах, а также по прейскуранту 07-01 с подсчетом множества сумм, причем общий запас лесосеки получается только в конечной стадии суммирования по составляющим его элементам: крупная, средняя, мелкая древесина, дрова из дровяных стволов, дрова из деловых стволов и величины отходов.

Деление древесины на категории крупности и дрова вызывается структурой прейскуранта 07-01, а категории ликвидной части, отходов и общий итог — производственными соображениями и контролем результатов определения запаса древостоя, поступающего в рубку. Материальная оценка базируется на структуре сортиментных таблиц, выраженной в кубических метрах с зависимостью их от разрядов высот. Все это усложняет процесс материальной оценки лесосек, и поэтому передовые предприятия перешли на расчеты с применением ЭВМ без изменения или совершенствования самого способа.

С целью изучения материальной оценки лесосек и установления закономерностей при распределении древесины на категории крупности нами использован метод относительных величин. Процентное распределение древе-