

ков охоты и ограничений на нее в соответствии со спецификой и традициями региона. Параллельно должна создаваться стабильно высококачественная сфера услуг для охотников, внедряется гибкая международного уровня система цен на охоту и продукцию охоты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.Д. Комплексне ведення лісового і мисливського господарства // Науковий вісник: Лісівницькі дослідження в Україні. – Львів: УкрДЛТУ. – 1996. – Вип. 5. – С. 26–30.

2. Криницький Г.Т. Основні засади наукової діяльності кафедри лісівництва НЛТУ України // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. Міжвідомчий науково-технічний збірник.. – Львів: НЛТУ України. – 2006, вип. 30. – С. 8–11.

3. Чернявський М., Швітгер Р., Ковалишин Р., Угрин А., Феннич В., Корнієнко В., Зварич В., Коржов В. Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах. – Львів: ЛА „Піраміда”, 2006. – 88 с.

4. Романов В.С., Козло П.Г., Падайга В.И. Охотоведение: учебник. – Мн.: Тесей, 2005. – 448 с.

УДК 531.132.2

С.А. Борисевич  
(БГТУ, г. Минск)

#### Взаимодействие падающего дерева с лесной машиной

**Введение.** Исследование влияния падающего дерева на лесную машину имеет важное практическое значение. Решение задачи усложняется тем фактом, что ствол дерева в процессе взаимодействия деформируется, поэтому необходимо учитывать поперечные изгибные колебания ствола. Результаты этого исследования позволяют выяснить, как влияет гибкость ствола дерева на характер взаимодействия ствола дерева с лесной машиной. В настоящей статье для этого используется модель дерева в виде цепочки жестких звеньев, соединенных упругими шарнирами [1, 2]. Подобная модель, называемая «rod-chain model», широко используется для изучения динамики длинных гибких нитей в потоке жидкости (см. [3] и цитируемую там литературу).

Для решения поставленной задачи составлены уравнения движения в виде уравнений Лагранжа. Методики подбора параметров модели, составления уравнений Лагранжа и последующего их интегрирования подробно рассмотрены в работе [2].

**1. Взаимодействие падающего дерева с лесной машиной в предположении неупругого удара.** Целью данного раздела является

определение импульса, произведенного стволом дерева на лесную машину в предположении, что удар неупругий. Рассмотрим взаимодействие падающего дерева с лесной машиной (рис. 1).

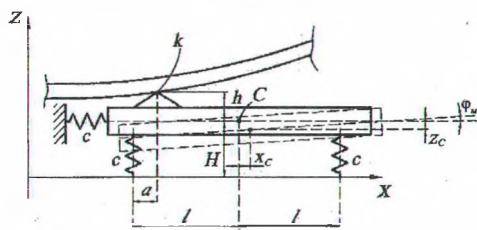


Рис. 1. Модель взаимодействия ствола дерева и лесной машины для случая неупругого удара

При касании машины каким-либо стержнем модели ствола в точке  $k$ , в выражение для кинетической энергии системы добавляется дополнительное слагаемое, соответствующее кинетической энергии машины:

$$T = \frac{1}{2} M (\dot{x}_C^2 + \dot{z}_C^2) + \frac{1}{2} J_C \dot{\varphi}_M^2,$$

где  $M$  и  $J_C$  — масса и поперечный центральный момент инерции поддрессоренной части машины, где  $x_k$  и  $z_k$  — горизонтальная и вертикальная координаты опоры  $k$ ;  $x_C$  и  $z_C$  — горизонтальное и вертикальное смещение центра тяжести поддрессоренной части машины,  $\varphi_M$  — угол поворота поддрессоренной части машины вокруг своего центра тяжести  $C$ .

Смещение центра масс машины выражается через координаты точки  $k$ , которая совпадает с центром тяжести соответствующего стержня модели ствола, в предположении, что относительное движение точек соприкосновения ствола дерева и машины отсутствует. В результате такого предположения в уравнениях движения появляется только одна новая обобщенная координата  $\varphi_M$  — угол поворота машины.

Потенциальная энергия системы состоит из потенциальной энергии машины в поле сил тяжести (нулевой уровень потенциальной энергии совпадает с опорной поверхностью) и потенциальной энергии деформированных пружин подвески. В окончательном виде выражение для потенциальной энергии имеет вид

$$\Pi = c_{\text{вер}} z_C^2 + c_{\text{вер}} l^2 \varphi_M^2 + \frac{1}{2} c_{\text{гор}} x_C^2, \quad (1)$$

где  $c_{\text{вер}}$  и  $c_{\text{гор}}$  – вертикальная и горизонтальная приведенные жесткости пружин подвески.

Выражение (1) в момент соприкосновения ствола дерева и машины добавляется в выражение для потенциальной энергии системы.

Предположим, что в результате неупругого удара скорость стержня, соприкоснувшегося с машиной, уменьшилась до нуля, и рассмотрим дальнейшее движение механической системы, состоящей из ствола дерева и машины.

Для нахождения импульса, производимого стволом дерева на машину после соударения, записаны уравнения движения центра масс машины, из которых находились силы взаимодействия в точке контакта. Проекция импульса на оси координат находились по формулам

$$S_x = \int_0^{t_{\text{с}}} R_x dt, \quad S_z = \int_0^{t_{\text{с}}} R_z dt,$$

где  $R_x$  и  $R_z$  – проекции силы взаимодействия машины со стволом дерева на оси координат. Модуль импульса  $S = \sqrt{S_x^2 + S_z^2}$ .

Значение импульса, произведенного стволом дерева на машину, изменяется в зависимости от номера стержня, которым модель дерева соприкасается с машиной. График импульсов для гибкого стержня для различных значений  $l_k/l$  ( $l$  – длина ствола,  $l_k$  – расстояние от основания ствола до точки соударения) представлен на рис. 2.

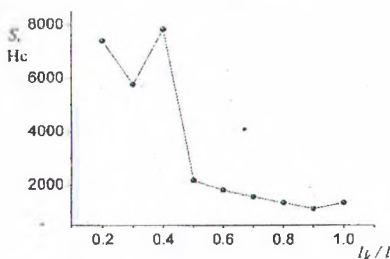


Рис 2. График импульсов, произведенных стволом дерева при соударении для различных значений  $l_k/l$

**2. Взаимодействие падающего дерева с лесной машиной с учетом контактных деформаций.** Для учета контактных деформаций будем моделировать взаимодействие дерева и машины системой двух пружин в точке касания  $k$ , как показано на рис.3.

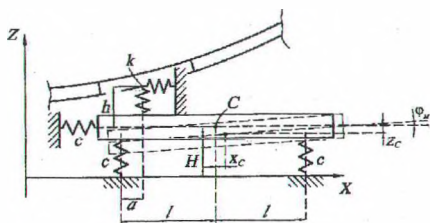


Рис. 3. Модель взаимодействия ствола дерева и лесной машины с учетом контактных деформаций

Выражение для кинетической энергии механической системы при этом не изменится, а в потенциальную энергию добавится потенциальная энергия пружин, моделирующих контактные деформации в точке взаимодействия ствола дерева и машины:

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} c_z (z_k - h - (z_c - (l - a) \sin \varphi_m))^2 + \\ & + \frac{1}{2} c_x (x_k - (x_c - (l - a) \sin \varphi_m))^2 \end{aligned} \quad (2)$$

где  $x_k$  и  $z_k$  – горизонтальная и вертикальная координаты опоры  $k$ ;  $c_z$  и  $c_x$  – вертикальная и горизонтальная приведенные жесткости пружин в зоне контакта.

Вертикальная составляющая ударного импульса, переданного стволом дерева лесной машине, определится как

$$S_z = \sum_j c_z \Delta z_j \Delta t, \quad j = 1 \dots t_{вз} / \Delta t,$$

где  $\Delta z_j$  – деформации пружины в зоне контакта;  $t_{вз}$  – продолжительность взаимодействия.

Зависимость переданного импульса, для различных значений  $l_k/l$ , представлен на рис. 4.

**Заключение.** Рассмотрено воздействие ствола дерева на лесную машину в случае повала дерева путем опрокидывания его вокруг нижнего основания. Получены значения ударного импульса для случаев неупругого и с учетом контактных деформаций взаимодействий ствола дерева и машины.

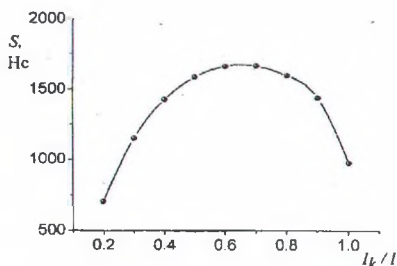


Рис 4. График импульсов, произведенных стволом дерева при соударении для различных значений  $l_k / l$

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич, С.А. Разработка многоступенчатой модели гибкого ствола дерева / С.А. Борисевич, В.Б. Немцов // Труды БГТУ. Сер. VI, Физ.-мат. науки и информ. – 2004. – Вып. XII. – С. 47–49.
2. Борисевич, С.А. Конечно-разностная схема для исследования падения ствола дерева / С.А. Борисевич // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 104–107.
3. Wang, Gang. Optimization of the rod chain model to simulate the motions of a long flexible fiber in simple shear flows / Gang Wang, Wei Yu, Chixing Zhou // European Journal of Mechanics B. – 2006. – Vol. 25, № 3. – P. 337–347.

УДК 630\*624

А.Ч. Борко  
(БГТУ, г. Минск)

#### Современное состояние формационной и возрастной структуры лесов Неманско-Предполесского геоботанического округа

В настоящее время все большее значение при ведении лесного хозяйства уделяется формированию насаждений определенного формационного состава. Причем выбор подходящего древесного вида происходит исходя не только из почвенно-климатических особенностей участка, но в большей части в зависимости от возможности удовлетворения потребностей населения в продуктах и полезностях леса.

Неманско-Предполесский геоботанический округ относится к подзоне елово-грабовых дубрав, что является границей между южно-таежными хвойными лесами и западно-европейскими широколиственными. В связи с этим в лесах округа возрастает количество дуба и имется граб.