

скручивание (сгибание и разгибание туловища из положения лежа) приседание на одной ноге (бедра и колени расположены на 90°), соответственно.

Таким образом, разработанная комплексная программа, в которой акцентировано внимание на развитии устойчивости в сохранении баланса, мышечной выносливости и силы туловища спортсмена, согласно полученным результатам, продемонстрировала свою эффективность и может быть рекомендована к использованию в учебно-тренировочном процессе керлингистов 13-14 лет на этапе начальной подготовки.

...

1. Актуальные проблемы организации и методики подготовки спортсменов в игровых видах спорта: сборник научных работ // Теория и практика физической культуры. М., 2000. С 3-6.

2. Андрианова, О.А. Спортивно важные качества спортсменов-кёрлингистов, выделенные экспертами / О.А. Андрианова // Психологические основы педагогической деятельности: материалы 10-й межвуз. науч. конф. / СПб ГУФК им. П. Ф. Лесгафта; под ред. А.Н. Николаева. СПб, 2007. С. 20-21.

3. Назаренко А.С., Мавлиев Ф.А. Поддержание равновесия тела на фоне физического утомления мышц плечевого пояса у спортсменов разных специализаций // Наука и спорт: современные тенденции. 2015. Т. 9. № 4. С. 21–25.

---

## **Усольцев В.А., Осмирко А.А., Цепордей И.С. Аддитивные региональные модели фитомассы деревьев *Larix Mill.* Евразии**

*Уральский государственный лесотехнический  
университет, г. Екатеринбург;  
Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург*

Современные методы моделирования фитомассы деревьев получили развитие в направлении обеспечения аддитивности ее фракций [1] и перехода от «псевдо-всеобщих» аллометрических моделей к фактически всеобщим, предполагающим регионализацию модели фитомассы путем введения фиктивных переменных [2], что выполняется обычно на локальных массивах фактических данных о фитомассе деревьев. Сформированная нами база данных о фитомассе деревьев [3] для лесообразующих пород Евразии дали возможность эти современные методические разработки реализовать на более высоком уровне, а именно, в виде модели аддитивной фитомассы на трансконтинентальном уровне.

Из упомянутой базы данных взяты материалы в количестве 415 модельных деревьев шести викарирующих видов рода *Larix Mill.*, распределенных по восьми экорегионам и обозначенных соответственно восемью фиктивными переменными от  $X_0$  до  $X_7$  (таблица).

Рассчитана аллометрическая модель

$$\ln P_i = a_i + b_i (\ln D) + c_i (\ln H) + d_i (\ln D)(\ln H) + \sum g_{ij} X_j, \quad (1)$$

где  $P_i$  – фитомасса  $i$ -й фракции, кг;  $D$  – диаметр ствола на высоте груди, см;  $H$  – высота дерева, м;  $i$  – индекс фракций фитомассы: общей ( $t$ ), надземной ( $a$ ), корней ( $r$ ), кроны ( $c$ ), ствола в коре ( $s$ ), хвои ( $f$ ), ветвей ( $b$ ), древесины ствола ( $w$ ) и коры ствола ( $bk$ );  $j$  – индекс (код) фиктивной переменной, от 0 до 7 (см. табл. 1).

$\Sigma g_{ij}X_j$  – блок фиктивных переменных для  $i$ -й фракции фитомассы  $j$ -го экорегиона. Модель (1) по алгоритму [1] приведена к аддитивному виду.

**Схема кодирования фиктивными переменными региональных массивов фактических данных фитомассы 415 модельных деревьев лиственницы**

Ре- гион*	Вид <i>Larix</i> Mill.	Блок фиктивных переменных							Диапазон диаметров дерева, см	Диапазон высот дерева, м	Число наблюдений
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$			
ЗСЕ	<i>L. decidua</i> Mill.	0	0	0	0	0	0	0	7,1÷47,8	9,8÷34,0	14
ЕР	<i>L. sukaczewii</i> N.Dyl.	1	0	0	0	0	0	0	1,0÷35,0	2,3÷28,0	25
Тст	<i>L. sukaczewii</i> N.Dyl.	0	1	0	0	0	0	0	6,2÷28,0	7,9÷17,8	28
ЗСс	<i>L. sibirica</i> L. <i>L. gmelinii</i> Rupr.	0	0	1	0	0	0	0	2,1÷38,0	2,9÷24,8	116
ВСс	<i>L. cajanderi</i> Mayr.	0	0	0	1	0	0	0	0,3÷22,7	1,4÷14,8	66
ДВс	<i>L. cajanderi</i> Mayr.	0	0	0	0	1	0	0	3,9÷52,8	2,9÷30,0	43
Кит	<i>L. sibirica</i> L. <i>L. gmelinii</i> Rupr.	0	0	0	0	0	1	0	0,5÷31,0	1,5÷24,3	50
Яп	<i>L. leptolepis</i> Gord.	0	0	0	0	0	0	1	4,0÷35,9	4,3÷26,7	73

\* Обозначения регионов здесь и далее: ЗСЕ – Западная и Средняя Европа, широколиственные леса; ЕР – Европейская часть России, центральная часть; Тст – Тургайская степь; ЗСс – Западная Сибирь, северная тайга; ВСс – Восточная Сибирь, северная тайга; ДВс – Дальний Восток, северная тайга; Кит – Северо-Восточный Китай; Яп – Японские острова.

В итоге впервые разработана трансевразийская аддитивная модель фитомассы лиственницы и тем самым решена совмещенная проблема аддитивности и всеобщности моделей. Модель гармонизирована двояко: в ней устранена внутренняя противоречивость «фракционных» и общего уравнения, и кроме того, она учитывает региональные различия равновеликих деревьев как по величине общей, надземной и подземной фитомассы, так и по ее фракционной структуре. Предложенная модель и соответствующие таблицы для оценки фитомассы деревьев лиственницы дают возможность определения их фитомассы в различных экорегионах Евразии по данным измерительной таксации.

...

1. Dong L., Zhang L., Li F. A three-step proportional weighting system of non-linear biomass equations // Forest Science. 2015. Vol. 61. No. 1. P. 35-45.

2. Fu L.Y., Zeng W.S., Tang S.Z., Sharma R.P., Li H.K. Using linear mixed model and dummy variable model approaches to construct compatible single-tree biomass equations at different scales – A case study for Masson pine in Southern China // Journal of Forest Science. 2012. Vol. 58. No. 3. P. 101–115.

3. Усольцев В.А. Фитомасса модельных деревьев лесообразующих пород Евразии: база данных, климатически обусловленная география, таксационные нормативы. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 336 с.

---

## Усольцев В.К. Оптимальное управление апериодическим объектом второго порядка

*Дальневосточный Федеральный университет,  
г. Владивосток*

Широко распространенный в системах автоматического управления (САУ) пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор обеспечивает компенсацию одного апериодического звена объекта управления. Не скомпенсированным остается апериодическое звено с малой постоянной времени. То есть в САУ с ПИ-регулятором объект управления описывается соединением двух апериодических звеньев.

Для оптимизации САУ по быстродействию опираются на теорему Колмогорова, которая звучит так:

В оптимальной по быстродействию системе, при наличии ограничений на управление, число временных участков с неизменным знаком управления равно порядку системы. При этом, в пределах временного интервала управление должно иметь максимальное положительное или отрицательное значение.

Если объект управления состоит из двух интегрирующих звеньев, то можно легко рассчитать траекторию движения и сравнительно просто организовать оптимальное управление. Если объект управления апериодический, то есть состоит из двух апериодических звеньев, то расчет оптимальной траектории значительно усложняется.

Оптимальное управление по быстродействию обеспечивает минимальное время переходного процесса при ступенчатом входном воздействии. После обработки ступенчатого управляющего воздействия система автоматического управления (САУ) переходит к управлению с обратной связью с пропорционально-интегральным (ПИ) регулятором.

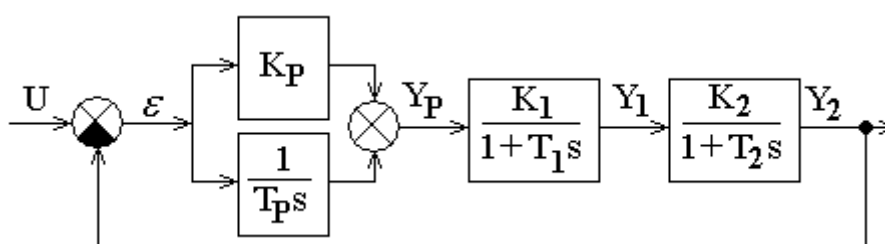


Рис. 1. Структура линейной САУ с ПИ-регулятором