

УДК 502/504: 630\* 151

**В.К. ХЛЮСТОВ, Н.В. КОРЕШКОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

### **РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*LARIXDECIDUA* MILL) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Целью исследования предусмотрено построение регрессионных моделей возрастной динамики средней высоты, среднего диаметра, объёма среднего дерева, запаса, текущего и среднего прироста, сравнение линий регрессии и выбор наиболее продуктивных и экологически устойчивых экотипов лиственницы европейской в условиях мезофильных (свежих) сложных суборей ( $C_2$ ). Приведён статистический анализ 60-летних данных по морфометрическим показателям роста и продуктивности пяти экотипов лиственницы европейской в оптимальных для древесной породы лесорастительных условиях Московского региона. Представлены параметры уравнений возрастной динамики древостоев. Линиями регрессии показаны различия в динамике роста и продуктивности географических культур, даны рекомендации для внедрения в лесокультурное производство наиболее продуктивных экотипов лиственницы с указанием региона и административного района мест сбора семенного материала для их создания.*

*Лиственница, географические культуры, экотипы, динамика роста, морфометрические показатели роста, запас стволовой древесины.*

**Введение.** Лиственница европейская – *Larixdecidua* Mill, имеет разорванный ареал и произрастает в хвойных и смешанных лесах в Альпийских, Карпатских, Судетских горах Средней Европы от 44 до 50° северной широты, где она образует высокопроизводительные насаждения, особенно на южных склонах. Как высокогорное дерево, лиственница европейская в Альпах вместе с елью и кедром достигает пределов распространения древесной растительности. Наибольшая высота произрастания в Альпах – 2500 м над уровнем моря [1].

В благоприятных лесорастительных условиях деревья достигают высоты 40-52 м при толщине до 1,6 м. Лиственница встречается преимущественно в смешении с елью, буком, пихтой, кедром и сосной. Отдельные экземпляры доживают до 500-600 лет. По отношению к влаге европейская лиственница является типичным мезофитом, избегает заболоченных и сухих песчаных почв [1, 2].

Опытные посадки географических культур создаются в целях изучения

способности к акклиматизации и интродукции экотипов, определения их экологической устойчивости в новых климатических и почвенно-гидрологических условиях [3].

Актуальность исследования связана с необходимостью улучшения состава лесов Московского региона, внедрения в лесокультурное производство высокопродуктивных и устойчивых экотипов лиственницы.

Целью исследования предусмотрено построение регрессионных моделей возрастной динамики средней высоты, среднего диаметра, объёма среднего дерева, запаса, текущего и среднего прироста; сравнение линий регрессии и выбор наиболее продуктивных и экологически устойчивых экотипов лиственницы европейской в условиях мезофильных (свежих) сложных суборей ( $C_2$ ).

Задачами исследования предусмотрено:

- проведение статистического анализа и оценки достоверности определения средних морфометрических показателей древостоев

и статистических показателей выборок, подлежащих анализу;

- построение регрессионных моделей и графическое сравнение возрастной динамики таксационных показателей экотипов лиственницы;

- ранжирование экотипов по росту и продуктивности, отбор наиболее перспективных экотипов для лесокультурного производства.

**Материал и методы.** Материал для исследования представлен 64-летними географическими культурами лиственницы европейской, посаженными лесничим Деметьевым П.И. при научном руководстве профессора Тимофеева В.П. в 74-м квартале Бронницкого лесничества Виноградовского лесхоза Московской области после проведения раскорчёвки пней и сплошной подготовки почвы [1; 2].

Опытный объект создан в 1954 году посадкой 2-летних сеянцев, выращенных в лесном питомнике Бронницкого лесничества.

Густота посадки насчитывала 8000 шт./га при схеме размещения посадочных мест 2,5×0,5 м. В 1955 году было проведено дополнение культур до первоначальной густоты 3-летними сеянцами. Посадка культур проведена ранней весной под «Меч Колесова». Площади опытных посадок для каждого экотипа представлены деланками размером 0,2 га (100 м \* 20 м), на которых в течение первых 25 лет были проведены сплошные перечёты деревьев, определены средние значения высоты и диаметра на высоте 1,3 м от поверхности почвы. Материалы перечётов сводились в журналы наблюдений и использовались для последующего анализа и отчётности. Последний перечёт деревьев на деланках проведён в 2012-2013 годах.

Методикой работ предусмотрено применение методов вариационной статистики. Так, для примера по данным последнего перечёта показаны ошибки репрезентативности статистических показателей изменчивости (коэффициентов вариации ( $V$ , %) и дифференциации ( $V_d$ , %), стандартного отклонения ( $\sigma$ , см) и точности определения среднего диаметра, объёма стволов среднего дерева ( $\pm P$ , %) для каждого экотипа [4]. Средняя высота культур определена по графикам высот в размахе варьирования толщины деревьев.

Уравнения взаимосвязи высоты с толщиной деревьев по каждому экотипу

использованы для определения объёма стволов по регрессии, полученной из данных региональной таблицы объёмов стволов лиственницы [5]. Древесный запас каждого экотипа получен суммированием объёмов стволов на пробной площади.

Возрастная динамика экотипов оценивалась и сравнивалась по линиям регрессии, отвечающим требованиям, предъявляемым к S-образным функциям роста.

**Результаты и обсуждение.** Построение статистических моделей возрастной динамики таксационных показателей пяти экотипов культур лиственницы европейской требует достоверного определения средних значений в разном возрасте древостоев.

Статистическая достоверность средней высоты ( $H$ ), стандартного отклонения, коэффициентов вариации и дифференциации, точности определения средней арифметической высоты оценена по отношению показателей к ошибкам репрезентативности ( $\pm m_H$ ,  $\pm m_\sigma$ ,  $\pm m_V$ ,  $\pm m_{V_d}$ ,  $\pm m_P$ ). Во всех случаях отношение статистического показателя (СП) к его ошибке больше трёх  $\left( \frac{СП}{m_{СП}} > 3 \right)$ , что соответствует требованиям обеспечения достоверности вариационного ряда и его характеристик.

В таблице 1 приведены значения статистических показателей, характеризующих высоту экотипов, её изменчивость и точность определения средней высоты 60-летних культур.

Сравнивая значения средних высот следует отметить наличие существенных различий между экотипами как из Уваровского ( $H_{cp} = 23,4 \pm 0,6$ ) и Раменского района ( $H_{cp} = 31,1 \pm 0,2$ ) Московской области, так и из Галичского ( $H_{cp} = 31,2 \pm 0,3$ ) и Долинского района ( $H_{cp} = 25,0 \pm 0,5$ ) Ивано-Франковской области. Различия между экотипами из Московской области статистически доказаны. Нулевая гипотеза отвергается ( $t = 11,06 > t_{01} = 2,58$ ). Аналогичное расхождение между экотипами доказано и по Ивано-Франковской области ( $t = 10,6 > t_{01} = 2,58$ ).

Изменчивость высот по стандартному отклонению ( $\sigma$ ) укладывается в диапазон от 3,7 до 7,2 м, по коэффициенту вариации ( $V$ ) от 11,8 до 30,1%, коэффициенту дифференциации ( $V_d$ ) от 33,7 до 48,5%. По степени дифференциации высота экотипов колеблется от средней (нормальной) до значительной [4].

**Средняя высота и ошибки репрезентативности выборок по высоте экотипов лиственницы 60-летнего возраста**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Статистические показатели и ошибки репрезентативности					
		$H \pm m_H$ (м)	$\sigma \pm m_\sigma$ (м)	$V \pm m_V$ (%)	$V_d \pm m_{Vd}$ (%)	$P \pm m_P$ (%)	ДИГС <sub>0,95</sub> (м)
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	31,2 ±0,3	3,7 ±0,2	11,8 ±0,1	33,7 ±0,6	0,8 ±0,1	30,7± 31,7
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	25,0 ±0,5	7,2 ±0,3	28,9 ±0,4	48,5 ±1,1	2,0 ±0,1	24,1± 26,0
18	Московская область, Уваровский р-н	23,4 ±0,6	7,0 ±0,4	30,1 ±0,6	40,3 ±1,0	2,7 ±0,1	22,1± 24,6
24	Московская область, Раменский р-н	31,1 ±0,2	3,8 ±0,2	12,3 ±0,1	39,2 ±0,7	0,8 ±0,1	30,6± 31,6
37	Московская область, Краснопахорский р-н	31,7 ±0,2	3,8 ±0,2	11,9 ±0,1	39,3 ±0,7	0,8 ±0,1	31,2± 32,2

О степени соответствия выборочной совокупности таксационных показателей генеральной совокупности оперируют понятием доверительного интервала для генеральной средней (ДИГС) на втором (0,95) уровне доверительной вероятности при известных значениях стандартного отклонения ( $\sigma$ ) и объёма выборочной совокупности ( $n$ ). Для определения ДИГС использована статистическая формула вида:

$$ДИГС = H_{cp} \cdot t_{0,05} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Предельные значения средней высоты на 95-процентном уровне доверительной вероятности (5-процентном

уровне значимости) находятся в диапазоне от 1 м (ППП 15, 24, 37) до 2,5 м (ППП 18) при точности определения средней высоты от ±0,8 до ±2,7%, что указывает на достаточно высокую надежность материалов для построения статистических моделей возрастной динамики средней высоты.

Статистическое моделирование возрастной динамики средней высоты географических культур по данным постоянных пробных площадей проведено по ростовой функции Корсуня-Бакмана (1), параметры которой приведены в таблице 2.

$$H = \exp(a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln^2 A) \quad (1)$$

где:  $H$  – средняя высота, м;  $A$  – возраст, лет;  $a_i$  – численные коэффициенты уравнения.

Таблица 2

**Численные коэффициенты и статистические параметры уравнений регрессии средних высот экотипов лиственницы**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Численные коэффициенты и параметры уравнения				
		$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$	SE, %
15	Ивано-Франковская область, Галичский р-н	-3,7751	3,1666	-0,3434	0,995	3,8
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	-4,9075	3,6629	-0,4019	0,997	3,4
18	Московская область, Уваровский р-н	-4,7979	3,6542	-0,4127	0,995	3,7
24	Московская область, Раменский р-н	-4,5420	3,5191	-0,3852	0,995	3,9
37	Московская область, Красно-Пахорский р-н	-3,6806	3,1278	-0,3386	0,992	4,5

Высокая точность уравнений, оцениваемая по значениям показателя детерминации ( $R^2 = 0,992 \div 0,997$ ) и ошибок уравнений ( $SE = \pm 3 \div 4\%$ ), указывает на статистическую надёжность полученных регрессий. О степени расхождения

кривых роста и текущего прироста по средней высоте можно судить по линиям регрессии, изображённым на рисунке 1. Ранжирование экотипов в убывающем порядке представлено рядом ППП 37, 15, 24, 17, 18.

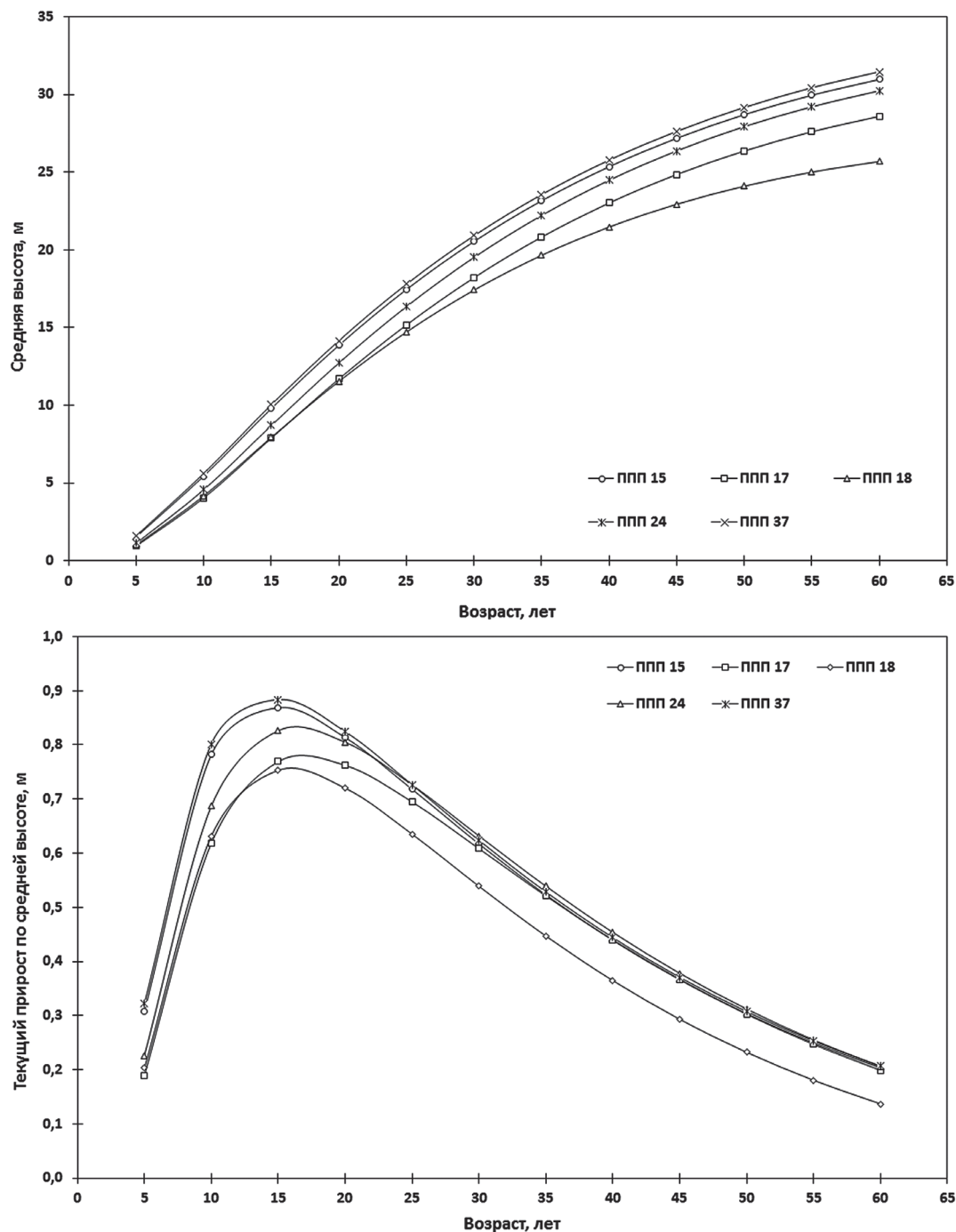


Рис. 1. Возрастная динамика средней высоты (сверху) и среднепериодического текущего прироста (снизу) экотипов лиственницы

Наряду со статистическим анализом высоты лесных культур были проанализированы выборки экотипов по толщине деревьев. Определен средний арифметический диаметр варьируя по экотипам от 25,0 до 32,6 см,

стандартное отклонение – от 8,7 до 11,9 см, коэффициенты вариации – от 29,6 до 39,6%, коэффициент дифференциации – от 48,1 до 67,4%. Точность определения среднего диаметра колеблется от  $\pm 1,9$  до  $\pm 3,5\%$ . Доверительный

интервал для генеральной средней укладывается в 2-сантиметровую ступень толщины.

Статистическая оценка 60-летних экотипов лиственницы подтверждает достоверность данных для построения регрессий возрастной динамики среднего диаметра древостоев.

По аналогии с высотой культур лиственницы проведён статистический анализ

данных по толщине деревьев, подтвердивший достоверность как среднего диаметра, так и статистических показателей выборки. На следующем шаге построения регрессионной модели среднего диаметра использовано полиномиально-логарифмическое уравнение третьей степени (2), которое в полной мере соответствует возрастной аппроксимации среднего диаметра.

Таблица 3

**Средние диаметры и ошибки репрезентативности выборки по толщине деревьев экотипов лиственницы 60-летнего возраста**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Статистические показатели и ошибки репрезентативности					
		D ±m <sub>D</sub> (см)	σ ±m <sub>σ</sub> (см)	V ±m <sub>V</sub> (%)	V <sub>d</sub> ±m <sub>Vd</sub> (%)	P ±m <sub>P</sub> (%)	ДИГС <sub>0,95</sub> (см)
15	Ивано-Франковская область, Галицкий р-н	32,6 ±0,7	9,7 ±0,5	29,6 ±0,4	48,1 ±1,2	2,1 ±0,1	31,3 ÷ 34,0
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	25,0 ±0,7	9,9 ±0,5	39,6 ±0,8	67,4 ±2,2	2,7 ±0,1	23,7÷ 26,3
18	Московская область, Уваровский р-н	30,3 ±1,1	11,9 ±0,7	39,3 ±1,0	58,3 ±2,1	3,5 ±0,2	28,2÷ 32,4
24	Московская область, Раменский р-н	30,3 ±0,7	11,8 ±0,5	38,8 ±0,7	56,5 ±1,4	2,5 ±0,1	28,9÷ 31,8
37	Московская область, Краснопахорский р-н	29,3 ±0,6	8,7 ±0,4	29,8 ±0,4	51,3 ±1,2	1,9 ±0,1	28,2÷ 30,4

Так как толщина стволов деревьев учитывается только после возраста достижения высоты более 1,3 м, а у лиственницы, произрастающей в сложных суборях, она достигается в возрасте 5-7 лет, то регрессионная

модель должна иметь константу начального роста (a<sub>0</sub>), значительно меньшую, чем в регрессиях средней высоты (1).

$$D = \exp(a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln^2 A + a_3 \ln^3 A) \quad (2)$$

Таблица 4

**Численные коэффициенты и статистические параметры уравнений регрессии средних диаметров экотипов лиственницы**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Численные коэффициенты и параметры уравнения					
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	R <sup>2</sup>	SE, %
15	Ивано-Франковская область, Галицкий р-н	-7,1417	6,0667	-1,1788	0,0807	0,999	1,4
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	-12,1119	9,5936	-2,0390	0,1496	0,999	0,3
18	Московская область, Уваровский р-н	-7,6334	6,2815	-1,2641	0,0935	0,999	1,4
24	Московская область, Раменский р-н	-8,3219	6,9149	-1,4594	0,1150	0,999	1,2
37	Московская область, Краснопахорский р-н	-8,2573	7,0909	-1,5569	0,1272	0,999	1,6

Высокие значения показателя детерминации ( $R^2 = 0,999$ ) и незначительные ошибки уравнений регрессии ( $SE = 0,4 \div 1,7\%$ ) подтверждают надёжность аппроксимации эмпирических данных. Расхождение линий возрастной динамики экотипов по среднему диаметру

и среднепериодическому текущему приросту показано на рисунке 2.

$$V_i = \exp(-8,93293 + 1,409992 \ln d_i + 0,065137 \ln^2 d_i + 0,988732 \ln h_i) \quad (3)$$

$$R^2 = 0,999; S = \pm 1,1\%$$

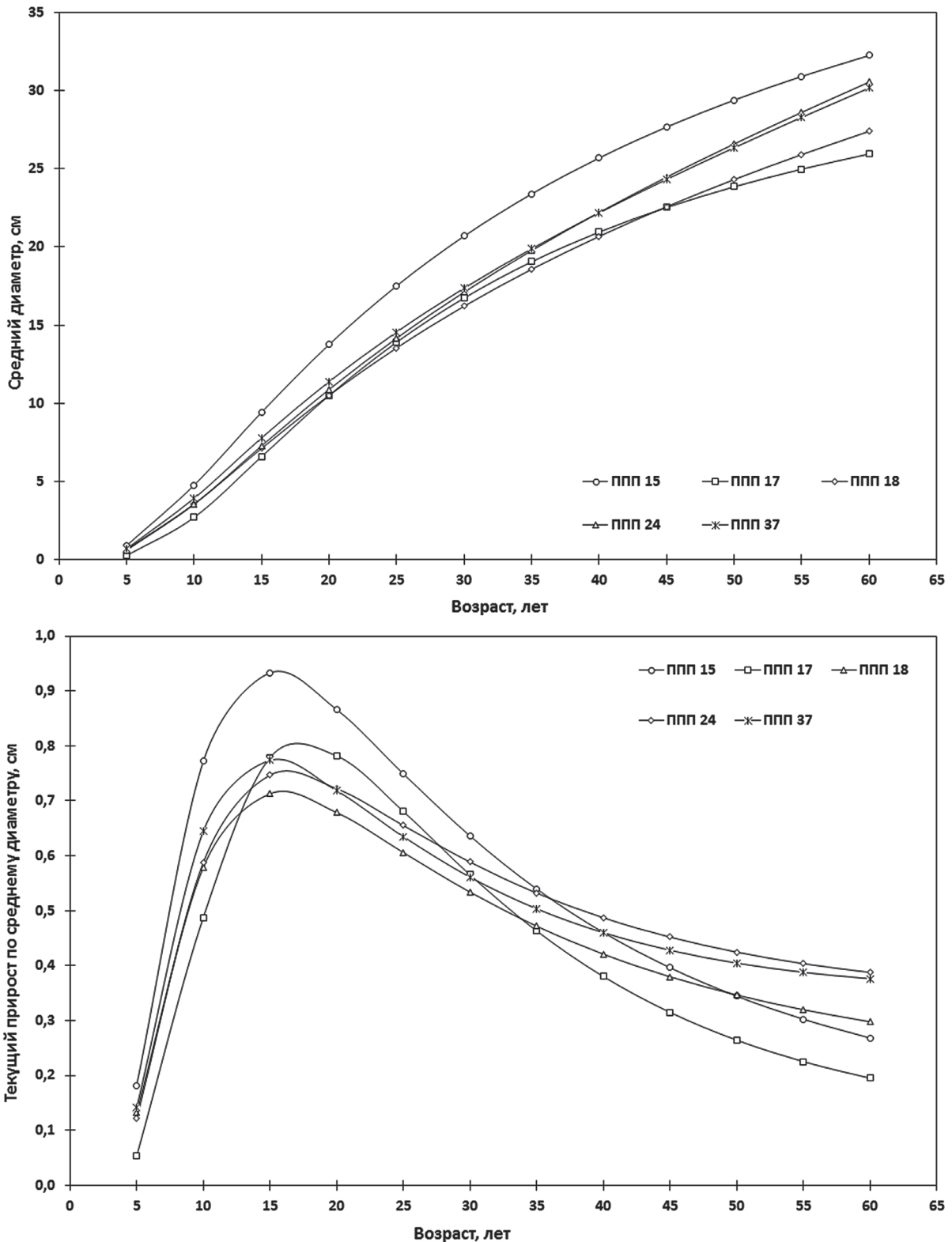


Рис. 2. Возрастная динамика среднего диаметра(сверху) и среднепериодического текущего прироста (снизу) экотипов лиственницы

Сочетание регрессий (1) и (2) позволяет получить для конкретного возраста значения средней высоты и среднего диаметра культур. Определение объёма стволов деревьев осуществлено по данным объёмных таблиц для культур лиственницы [5]. Для аппроксимации табличных значений

объёма ствола в коре в зависимости от высоты и толщины деревьев было получено уравнение регрессии (3).

Статистическая оценка объёма стволов деревьев пяти экотипов лиственницы европейской 60-летнего возраста представлена в таблице 5.

Таблица 5

**Объём ствола среднего дерева и ошибки репрезентативности выборок по объёму экотипов лиственницы 60-летнего возраста**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Статистические показатели					
		V ±m <sub>D</sub> (куб.м)	σ ±m <sub>σ</sub> (куб.м)	V ±m <sub>V</sub> (%)	V <sub>d</sub> ±m <sub>Vd</sub> (%)	P ±m <sub>P</sub> (%)	ДИГС <sub>0,95</sub> (куб.м)
15	Ивано-Франковская область, Галицкий р-н	1,43 ±0,07	0,96 ±0,05	66,9 ±2,2	73,9 ±2,7	4,7 ±0,2	1,30 ÷ 1,57
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	0,84 ±0,06	0,83 ±0,04	99,3 ±4,7	106,8 ±5,5	6,7 ±0,4	0,73 ÷ 0,95
18	Московская область, Уваровский р-н	1,18 ±0,09	1,03 ±0,06	87,1 ±4,8	90,1 ±5,1	7,8 ±0,5	1,00 ÷ 1,36
24	Московская область, Раменский р-н	1,32 ±0,07	1,04 ±0,05	78,9 ±2,8	83,9 ±3,2	5,0 ±0,2	1,19 ÷ 1,45
37	Московская область, Краснопахорский р-н	1,16 ±0,05	0,73 ±0,03	62,8 ±1,8	71,3 ±2,3	4,0 ±0,1	1,07 ÷ 1,25

Отношение среднего объёма стволов деревьев и статистических показателей к ошибкам репрезентативности во всех случаях больше 3, что указывает на достоверность данных для построения статистических моделей возрастной динамики объёма ствола среднего дерева экотипа.

Следует отметить факт того, что средние объёмы стволов двух экотипов из Ивано-Франковской области отличаются почти в два раза (0,84 и 1,43 м<sup>3</sup>). Статистическое сравнение средних объёмов подтверждает существенность различий (t = 69,4 > t<sub>01</sub> = 2,58). Стандартное отклонение по экотипам находится в диапазоне от 0,73 до 1,04 м<sup>3</sup>, коэффициент вариации от 62,8 до 99,3%, коэффициент дифференциации от 71,3 до 106,8%. Изменчивость объёма стволов классифицируется как очень большая, точность определения среднего объёма по экотипам колеблется от ±4,0 до ±7,8%. Достоверность полученных результатов анализа очевидна, при этом

во всех случаях отношение статистического показателя к его ошибке больше трёх.

Запас каждого экотипа (M) определён как сумма объёмов составляющих его деревьев. Для описания возрастной динамики продуктивности (запаса) экотипов географических культур использована регрессия общего вида:

$$M = \exp(a_0 + a_1 \ln A + a_2 \ln^2 A),$$

Численные коэффициенты и статистические параметры уравнений запаса приведены в таблице 6.

Параметры уравнений (R<sup>2</sup>=0,925 ÷ 0,971 и SE = ±13,8 ÷ 18,5%) характеризуют высокую степень согласованности эмпирических данных и теоретических построений. Графически динамика продуктивности каждого экотипа лиственницы европейской представлена на рисунке 3.

Наибольшей продуктивностью (1250 м<sup>3</sup>/га) отличаются 60-летние культуры, выращенные

из семян, заготовленных в Раменском районе Московской области (ППП 24) и в Галичском районе Ивано-Франковской области (ППП 15) (Украина). Низкой продуктивностью (614 м<sup>3</sup>/га) характеризуются

культуры, выращенные из семян, заготовленных в Уваровском районе Московской области (ППП 18). Другие экотипы занимают промежуточное положение по продуктивности.

Таблица 6

**Численные коэффициенты и статистические параметры уравнений регрессии запаса (м<sup>3</sup>/га) экотипов лиственницы**

№ ППП	География происхождения экотипов лиственницы европейской	Численные коэффициенты и параметры уравнения				
		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	SE, %
15	Ивано-Франковская область, Галицкий р-н	-9,6821	8,1321	-0,9923	0,949	14,3
17	Ивано-Франковская область, Долинский р-н	-15,9546	11,1505	-1,3826	0,958	16,4
18	Московская область, Уваровский р-н	-11,3631	8,7218	-1,0694	0,925	18,5
24	Московская область, Раменский р-н	-4,4225	4,3732	-0,3789	0,971	13,8
37	Московская область, Краснопахорский р-н	-1,6968	3,2681	-0,2824	0,926	16,8

При оценке продуктивности географических культур следует обратить внимание на то, что к 60 годам темпы изменения запаса существенно снижаются только у 3 из 5 экотипов. Это культуры, полученные из семян, собранных в Ивано-Франковской области (Галицкий и Долинский районы), а также в Уваровском районе Московской области». Указанные экотипы имеют кульминацию запаса в возрасте 55-60 лет.

Следует отметить, что возрасты кульминации наличного запаса по экотипам не совпадают. Полученные кривые по экотипам не вписываются в существующую теорию хода роста естественно формирующихся лесных культур лиственницы.

Оценить географические культуры по запасу с указанием возраста с максимальной продуктивностью представлено следующим рядом: Московская область, Раменский р-н (ППП 24), M = 250 м<sup>3</sup>/га, A = 60 лет; Ивано-Франковская область, Галицкий р-н (ППП 15), M = 1075 м<sup>3</sup>/га, A = 60 лет; Московская область, Краснопахорский р-н (ППП 37), M = 1043 м<sup>3</sup>/га, A = 60 лет; Ивано-Франковская область, Долинский р-н (ППП 17) M = 683 м<sup>3</sup>/га, A = 55 лет; Московская область, Уваровский р-н (ППП 18), M = 613 м<sup>3</sup>/га, A = 60 лет.

Возрастная динамика текущего изменения запаса ( $Z_M = (M_A - M_{A-10})/10$ ) представлена в нижней части рисунка 3. Линии регрессии трёх экотипов к 60 годам приближаются к нулевой отметке, что указывает на стагнацию текущего прироста. По нашему мнению, это связано как с разной продукционной способностью экотипов, так и с завышенной густотой посадки культур (8000 шт./га).

Весомым аргументом отбора перспективных экотипов лиственницы является среднее изменение запаса ( $Z_{cp} = \frac{M}{A}$ ). Возрастная динамика среднего изменения запаса древостоев экотипов лиственницы представлена на рисунке 4. Кульминации прироста у экотипов наступает в разном возрасте, варьируя от 35 лет до возраста, превышающего 60 лет и имея минимальную и максимальную величину прироста от 13 до 23 м<sup>3</sup>/га.

В целом, анализ возрастной динамики географических культур лиственницы европейской по показателям продуктивности позволяет ранжировать экотипы, представляя их в убывающем порядке рядом: ППП 24, ППП 37, ППП 15, ППП 17, ППП 18.



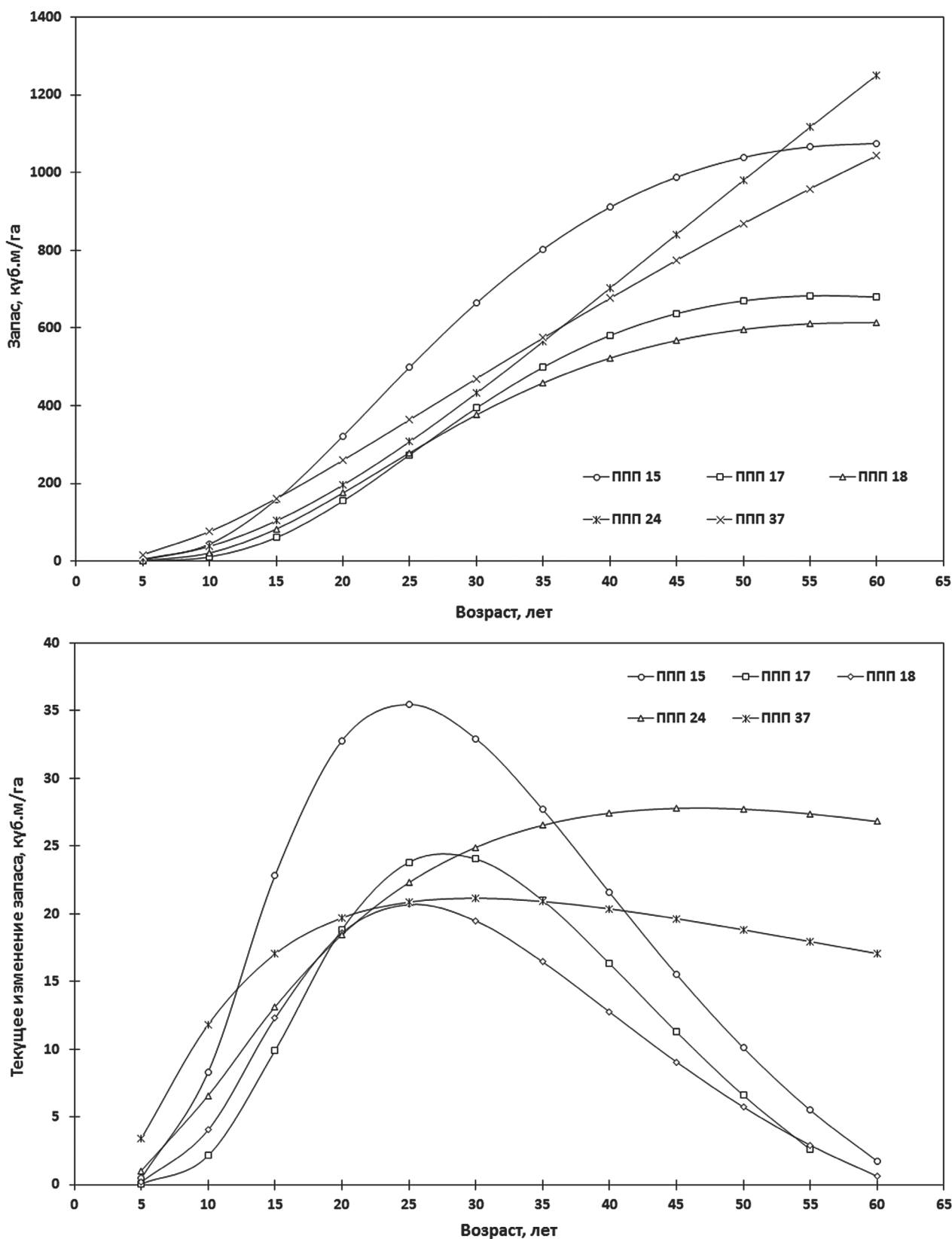


Рис. 3. Возрастная динамика запаса (сверху) и среднепериодического текущего изменения запаса (снизу) экотипов лиственницы

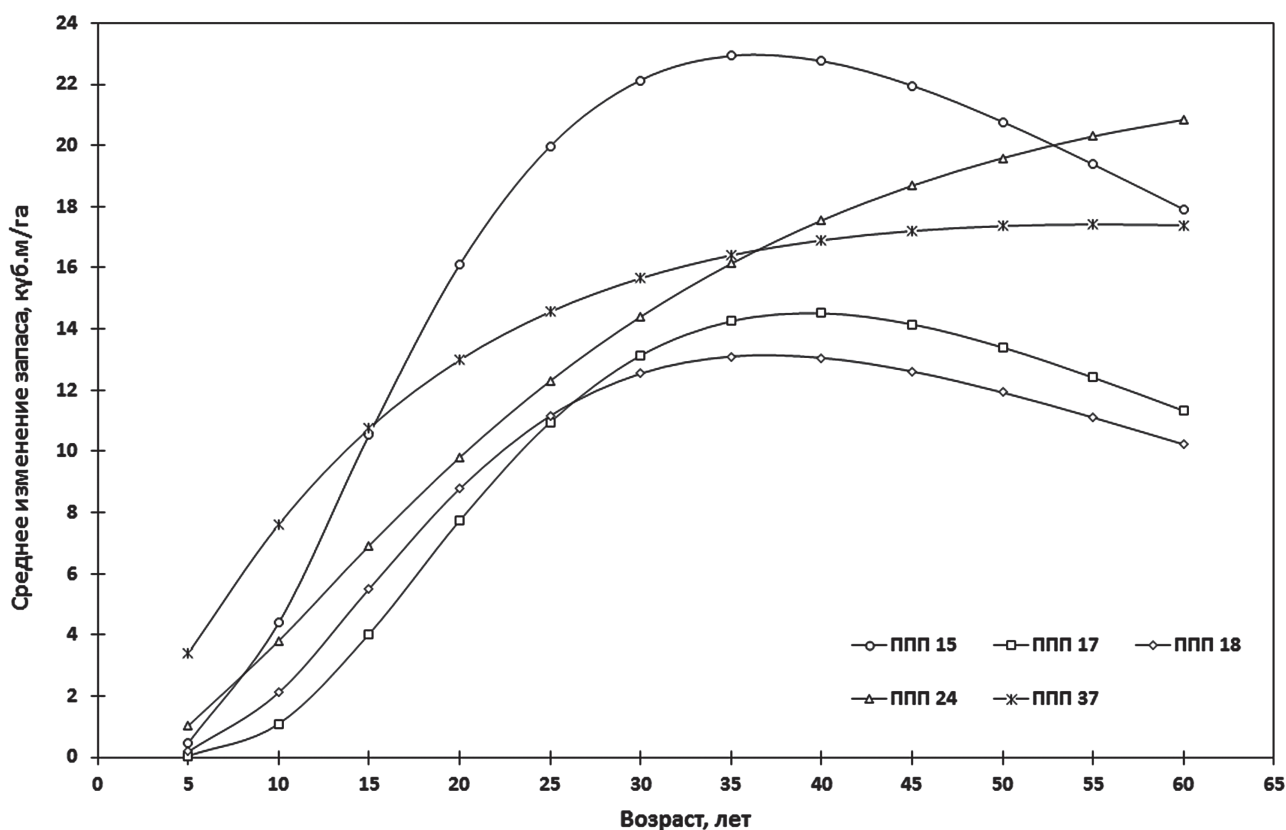


Рис. 4. Возрастная динамика среднего изменения запаса древостоев экотипов лиственницы

### Выводы

Таким образом, для выращивания в условиях мезофильных (свежих) сложных суборей (С<sub>2</sub>) Московской области высокопродуктивных и экологически устойчивых экотипов лиственницы европейской следует использовать семенной материал из указанных географических пунктов:

1) Раменского района Московской области (ППП 24); 2) Краснопахорского (ныне Подольского) района Московской области (ППП 37); 3) Галичского района Ивано-Франковской области, Украина (ППП 15).

### Библиографический список

1. Тимофеев В.П. Лиственница в культуре. — Л.: Гослестехиздат, 1947. — 297 с.
2. Тимофеев В.П. Роль лиственницы в поднятии продуктивности лесов. — М.: Лесная промышленность, 1961. — 160 с.
3. Дементьев П.И. Записки лесничего. — М.: Лесная промышленность, 1969. — 102 с.
4. Герасимов Ю.Ю., Хлюстов В.К. Математические методы в расчетах на ЭВМ:

применение в лесопромышленности и экологии. Учебник для лесных вузов. — М.: МГУЛ, 2001. — 260 с.

5. Загребев В.В., Баранов А.Ф. Сортиментные и товарные таблицы для лесов центральных и южных районов Европейской части РСФСР. — М.: ВНИИЛМ, 1987. — 128 с.

Материал поступил в редакцию 27.11.2018 г.

### Сведения об авторах

**Хлюстов Виталий Константинович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и мелиорации ландшафтов, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская ул. д.49; e-mail: vitakhlustov@mail.ru

**Корешков Николай Владимирович**, ассистент кафедры лесоводства и мелиорации ландшафтов, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевская ул. д.49; e-mail: koreshkov21@mail.ru

V.K. KHLIUSTOV, N.V. KORESHKOV

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## GROWTH AND PRODUCTIVITY OF GEOGRAPHICAL CULTURES OF LARCH EUROPEAN (*LARIX DECIDUA* MILL) IN THE MOSCOW REGION

*The aim of the investigation provides building of regression models of the age-related dynamics of the mean height, mean diameter, volume of the mean tree, stock, current and average increase, comparison of lines of regression and choice of the most productive and ecologically sustained ecotypes of larch European under the conditions of mesophilic (fresh) complex subarctic (C<sub>3</sub>). There is given a statistical analysis of the 60-years data on morphometric indicators of growth and productivity of five European larch ecotypes. The research was conducted in the Moscow region on the areas with the most favorable forest vegetation conditions. Parameters of equations of the age dynamics of forest stands are presented. Regression lines show the difference between the growth dynamics and productivity of geographical cultures, there are given recommendations for introduction of the most productive larch ecotypes into forest production with the indication of the region and district of seed collection.*

*Larch, geographical cultures, ecotypes, dynamics of growth, morphometric indicators of growth, standing volume.*

### References

1. **Timofeev V.P.** Listvennitsa v kul'ture. – L.: Goslestehizdat, 1947. – 297 s.
2. **Timofeev V.P.** Rol listvennitsy v podnyatii produktivnosti lesov. – M.: Lesnaya promyshlennost, 1961. – 160 s.
3. **Dementjev P.I.** Zapiski lesnichego. – M.: Lesnaya promyshlennost, 1969. – 102 s.
4. **Gerasimov Yu.Yu., Khlyustov V.K.** Matematicheskie metody v raschetah na EVM: primeneniye v lesoupravlenii i ekologii. Uchebnik dlya lesnykh vuzov. – M.: MGUL, 2001. – 260 s.
5. **Zagreev V.V., Baranov A.F.** Sortimentnye i tovarnye tablitsy dlya lesov tsentralnykh i yuzhnykh rajonov Evropejskoj chasti RSFSR. – M.: VNIILM, 1987. – 128 s.

The material was received at the editorial office  
27.11.2018 g.

### Information about the authors

**Khlyustov Vitalij Konstantinovich**, doctor of agricultural sciences, professor of the chair of forestry and reclamation of landscapes, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., d. 49; e-mail: vitakhlustov@mail.ru

**Koreshkov Nikolaj Vladimirovich**, assistant of the chair of forestry and reclamation of landscapes, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, Timiryazevskaya ul., d. 49; e-mail: koreshkov21@mail.ru