РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСА В ОСОКОРНИКАХ ПОЙМЫ РЕКИ УРАЛ

ХЛЮСТОВ Виталий Константинович, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

ЕЛЕКЕШЕВА Мира Манаровна, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

ИЗТЕЛЕУ Токжан Сейилхан кызы, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

БАЙСЫНОВА Арайлым Рахымберди кызы, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

НУРАДИНОВА Нурзат Кайрат кызы, Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

Приведены результаты анализа хода роста средних высот и продуктивности четырех лесобразующих пород (тополя чёрного, тополя белого, ивы белой, вяза гладкого) в четырех ландшафтно-типологических группах типов леса осокорниковой формации. Представлены лесотипологические модели и линии регрессии усредненных, минимальных и максимально возможных значений средних высот древостоев разного возраста. Сравнение трехуровневых регрессий с кривыми бонитетной шкалы для древесных пород быстрого роста подтверждает необходимость использования при классификации продуктивности древостоев вместо классов бонитета лесотипологических классов средних высот. Переход на новую систему кривых хода роста позволяет разработать экологически обоснованные нормативно-справочные материалы для классификации древостоев по показателям роста и продуктивности.

Введение. Актуальность исследования определена необходимостью разработки для пойменных лесов реки Урал целостной системы лесотаксационных нормативно-справочных материалов оценки роста, строения, товарной и биологической продуктивности насаждений с учетом лесообразовательного процесса в верхней, средней и прирусловой части бассейна реки.

Цель исследования заключается в выявление закономерностей возрастного изменения средних высот и запасов составляющих элементов дендроценоза для проведения классификации насаждений в разрезе групп типов леса, лесотипологических классов высот, относительной полноты и долевого участия древесных пород в составе древостоев.

Методика исследований предусматривает получение достоверных данных о возрастном изменении средних высот составляющих древесных пород, выявление взаимосвязи и построение статистических моделей хода роста по средней высоте для разных групп типов леса. Для этого использованы данные временных пробных площадей (185 ед.) и ма-

териалы прицельно-измерительной таксации насаждений (3108 ед.) по составляющим древесным породам в разрезе групп типов леса. Достоверность данных для построения моделей подтверждена статистическими показателями выборок: средней величины – ($N_{\text{ср}}$, м); стандартного отклонения – (σ , м); коэффициента вариации – (V , %); точности определения средней величины – ($\pm P$, %) и ошибок репрезентативности ($\pm mN_{\text{ср}}$, $\pm m\sigma$, $\pm mV$, $\pm mP$) по 5-летним классам возраста древостоев. Во всех классах возраста отношение значений статистических показателей к их ошибкам ($t = \frac{ср}{\pm mср}$) больше 3.

Для построения статистических моделей возрастного изменения средних высот составляющих древесных пород в разрезе групп типов леса использован метод множественной регрессии, сочетающей ростовую функцию Корсуна – Бакмана и бинарные переменные, кодирующие 4 древесные породы, 4 группы типов леса и 3 уровня средних высот. Возрастное изменение запаса составляющих элементов дендроценоза

описано регрессиями, сочетающими взаимосвязь запаса со средней высотой (H_{cp}), полнотой (П) и долей участия пород в составе древостоя (Д). При выполнении работы использованы методические указания В.В. Кузьмичёва [1], А.А. Макаренко [3], А.В. Тюрина [7], В.А. Усольцева [8].

Результаты исследований. Пойменные леса реки Урал формируются под воздействием периодически и циклично изменяющегося экологических условий. Главным фактором при этом является переувлажнение почв, вызванное затоплением поймы.

В свою очередь изменение гидрологических условий связано с атмосферными осадками в зимний период и геоморфологией водосборной площади.

Существующие методики составления таблиц хода роста основываются, как правило, на заранее принятой в качестве шаблона шкале классов бонитета профессора М.М. Орлова, учитывающей изменение средней высоты древостоев отдельно семенного и порослевого происхождения с возрастом. В последнем варианте бонитерочных шкал были учтены древесные породы с указанием темпов их роста в высоту: замедленного (ель, пихта), умеренного (сосна, лиственница, дуб семенной, кедр, бук), ускоренного (береза, осина, ольха, дуб порослевой, липа) и быстрого роста (тополь, акация, ива белая).

В отличие от общепринятой схемы классификации древостоев по уровням продуктивности (бонитетам) в лесорастительных условиях поймы реки Урал на естественное формирование и рост насаждений накладывает отпечаток периодическое переувлажнение с аллювиально-промывным режимом почвообразования. На начальном этапе исследований в рамках отдельных групп типов леса были выявлены закономерности хода роста по средней высоте и среднему диаметру совместно произрастающих древесных пород [12].

Наиболее полно процесс почвообразования и формирования лесной растительности характеризует классификация лесорастительных условий, отражающая преобладающую формуацию в вертикальном разрезе геоморфологического профиля водосбора реки [2, 5, 6]. В соответствии с этим для разработки дендролого-лесотипологических моделей хода роста элементов леса была использована матрица бинарных переменных, кодирующих ландшафтно-типологические группы лесорастительных условий и всё многообразие древесных пород, произрастающих в конкретной лесорастительной формации. Так, для осокорников матрица бинарных переменных представлена в виде табл. 1.

Регрессионные модели хода роста по средней высоте древесных пород, составляющих

Таблица 1

Матрица кодирования групп типов леса, лесообразующих пород бинарными переменными

Группа типов леса*	Древесная порода	Фиктивные блоковые переменные					
		X1	X2	X3	Z1	Z2	Z3
ОВПР	Вяз гладкий	0	0	0	0	0	0
	Ива белая (Z1)	0	0	0	1	0	0
	Тополь белый (Z2)	0	0	0	0	1	0
	Тополь чёрный (Z3)	0	0	0	0	0	1
ОНЦ (X1)	Вяз гладкий	1	0	0	0	0	0
	Ива белая (Z1)	1	0	0	1	0	0
	Тополь белый (Z2)	1	0	0	0	1	0
	Тополь чёрный (Z3)	1	0	0	0	0	1
ОСПР (X2)	Вяз гладкий	0	1	0	0	0	0
	Ива белая (Z1)	0	1	0	1	0	0
	Тополь белый (Z2)	0	1	0	0	1	0
	Тополь чёрный (Z3)	0	1	0	0	0	1
ОСЦ (X3)	Вяз гладкий	0	0	1	0	0	0
	Ива белая (Z1)	0	0	1	1	0	0
	Тополь белый (Z2)	0	0	1	0	1	0
	Тополь чёрный (Z3)	0	0	1	0	0	1

* – ОВПР – осокорники высоких уровней, прирусловые; ОНЦ (X1) – осокорники низинные центральной поймы (пристаричевые); ОСПР (X2) – осокорники средних уровней прирусловой поймы; ОСЦ (X3) – осокорники средних уровней центральной поймы.

осокорниковые группы типов леса, представлены уравнением асинхронного типа (1), так как они в отличие от синхронного типа более очно описывают особенности хода роста древесных пород как в дендрологическом, так и в лесотипологическом отношении [9, 10, 12, 13].

$$H_{cp} = \exp(-1,93563 + 1,62630 \ln A - 0,11616 \ln^2 A + \ln A(0,01928X_1 + 0,13928X_2 + 0,00805X_3) + \ln 2A(-0,00684X_1 - 0,04022X_2 - 0,00374X_3 + \ln A(0,41436Z_1 + 0,53407Z_2 + 0,47131Z_3) + \ln^2 A(-0,08784Z_1 - 0,011224Z_2 - 0,47131Z_3)) \quad (1)$$

$$R^2 = 0,983; ES \pm 1,06 \text{ м}; t_{расч} > t_{05} = 1,96;$$

где H_{cp} – средняя высота Z_i древесной породы в X_i группе типов леса; A – возраст, лет; ES – стандартная ошибка уравнения, м; $t_{расч}$ – критерий значимости численных коэффициентов уравнения; F – критерий значимости уравнения регрессии.

Полученное значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0,983$) и другие статистические параметры уравнений указывают на высокую достоверность моделей. Усредненные по породам и по группам типов леса линии регрессии хода роста средней высоты древостоев показаны на рис. 1.

Графический анализ рисунков позволяет указать на следующее. Линии регрессии, относящиеся к вязу гладкому существенно ниже, чем у других лесообразующих пород независимо от группы типов леса. Более

того, низкая экологическая устойчивость этой древесной породы к патогенным заболеваниям (голландская болезнь и пр.) и энтомоповреждениям, низкое товарное качество стволовой древесины дает полное основание рекомендовать в осокорниках первоочередную вырубку этой породы при рубках ухода (осветлениях и прочистках).

Что же касается насаждений с наличием ивы белой, тополя белого и тополя чёрного, то для них была разработана модель эколого-таксационной классификации древостоев во всем диапазоне варьирования средних высот и средних диаметров по имеющимся группам типов леса. Для ее построения была использована матрица бинарных переменных, представленная в табл. 2.

Таблица 2

Матрица бинарных переменных, кодирующих древесные породы в моделях предельных значений средних высот древостоев

Древесная порода	Блоковые фиктивные переменные		
Вяз гладкий	0	0	0
Ива белая	1	0	0
Тополь белый	0	1	0
Тополь чёрный	0	0	1

Рис. 1. Изменение с возрастом средней высоты лесообразующих пород древостоев по группам типов леса среднего уровня продуктивности

Для определения размаха варьирования средних высот были получены уравнения (2), (3).

$$H_{\min}^{\text{cp}} = \exp(-0,8883 + 1,21605 \ln H_{\text{cp}}^{\text{cp}} + \ln H_{\text{cp}}^{\text{cp}} (-0,07897X_1 - 0,25315X_2 - 0,14635X_3)) \quad (2)$$

$$R^2 = 0,870; ES = \pm 1,2 \text{ м}; t > t_{0,5} = 1,96.$$

$$H_{\max}^{\text{cp}} = \exp(1,06077 + 0,068394 \ln H_{\text{cp}}^{\text{cp}} + \ln H_{\text{cp}}^{\text{cp}} (0,09182X_1 + 0,11500X_2 + 0,11904X_3)) \quad (3)$$

$$R^2 = 0,954; ES = \pm 1,1 \text{ м}; t > t_{0,5} = 1,96,$$

где $H_{\text{cp min}}$ – минимальные значения средних высот составляющих древесных пород;

$H_{\text{cp max}}$ – максимальные значения средних высот составляющих древесных пород.

Статистические параметры уравнений указывают на высокую степень достоверности полученных по ним размахов варьирования. На следующем этапе размах варьирования средних высот был включен в

трехуровневые модели хода роста. Модель хода роста средней высоты включают в себя весь комплекс ландшафтно-типологических лесорастительных формаций поймы (групп типов леса) и произрастающих в них древесных пород. Матрица кодирования переменных, включенных в модель, представлена в виде табл. 3.

Комбинирование уравнений (1) с уравнениями (2) и (3) позволило получить данные для построения трехуровневых дендролого-лесотипологических моделей возрастного изменения средних высот во всем диапазоне их варьирования.

Построение моделей осуществлено на основе матрицы бинарных переменных, кодирующих три уровня средних высот: (Ур I, Ур II, Ур III) – X_i , четыре группы типов леса: ОВПР, ОНЦ, ОСПР, ОСЦ – Z_i и три древесные породы: ИВБ, ТБ, ТЧ – F_i .

Так, трехуровневые дендролого-лесотипологические модели хода роста по средней

Таблица 3

Матрица кодирования уровней продуктивности, групп типов леса и древесных пород лесорастительной формации – Осокорники

Уровень средней высоты	Группа типов леса	Древесная порода	Блоковые фиктивные переменные						
			X_1	X_2	Z_1	Z_2	Z_3	F_1	F_2
Уровень I – высший	ОВПР	ИВБ	0	0	0	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	0	0	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	0	0	0	0	0	1
	ОНЦ (Z_1)	ИВБ	0	0	1	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	0	1	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	0	1	0	0	0	1
	ОСПР (Z_2)	ИВБ	0	0	0	1	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	0	0	1	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	0	0	1	0	0	1
	ОСЦ (Z_3)	ИВБ	0	0	0	0	1	0	0
		ТБ (F_1)	0	0	0	0	1	1	0
		ТЧ (F_2)	0	0	0	0	1	0	1
Уровень II – средний (X_1)	ОВПР	ИВБ	1	0	0	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	1	0	0	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	1	0	0	0	0	0	1
	ОНЦ (Z_1)	ИВБ	1	0	1	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	1	0	1	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	1	0	1	0	0	0	1
	ОСПР (Z_2)	ИВБ	1	0	0	1	0	0	0
		ТБ (F_1)	1	0	0	1	0	1	0
		ТЧ (F_2)	1	0	0	1	0	0	1
	ОСЦ (Z_3)	ИВБ	1	0	0	0	1	0	0
		ТБ (F_1)	1	0	0	0	1	1	0
		ТЧ (F_2)	1	0	0	0	1	0	1
Уровень III – низший (X_2)	ОВПР	ИВБ	0	1	0	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	1	0	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	1	0	0	0	0	1
	ОНЦ (Z_1)	ИВБ	0	1	1	0	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	1	1	0	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	1	1	0	0	0	1
	ОСПР (Z_2)	ИВБ	0	1	0	1	0	0	0
		ТБ (F_1)	0	1	0	1	0	1	0
		ТЧ (F_2)	0	1	0	1	0	0	1
	ОСЦ (Z_3)	ИВБ	0	1	0	0	1	0	0
		ТБ (F_1)	0	1	0	0	1	1	0
		ТЧ (F_2)	0	1	0	0	1	0	1

высоте (4) древостоев представлены регрессиями асинхронного вида:

$$\begin{aligned} H_{CP} = & \exp(-0,49901 + 1,37916 \ln A - \\ & - 0,02418 \ln^3 A + \ln A(-1,08091 X_1 - \\ & - 2,06770 X_2) + \ln^2 A(0,45443 X_1 + \\ & + 0,82467 X_2) + \ln^3 A(-0,05289 X_1 - \\ & - 0,09499 X_2) + \ln A(0,014381 Z_1 + \\ & + 0,25777 Z_2 + 0,13315 Z_3) + \\ & \ln^2 A(-0,08487 Z_2 - 0,09499 Z_2) + \quad (4) \\ & + \ln^3 A(0,01177 Z_1 + 0,01177 Z_2 + \\ & + 0,01177 Z_3) + \ln A(+0,20737 F_1 + 0,14947 F_2) + \\ & + \ln^2 A(-0,10770 F_1 - \\ & - 0,10770 F_1) + \ln^3 A(0,01294 F_1 = \\ & = 0,009918 F_7)) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,984; SE = \pm 1,09 \text{ M}; t > t_{05} = 1,96.$$

Графическая интерпретация трехуровневых моделей возрастного изменения средних высот (рис. 2, 3) наглядно показывает расхождение в темпах роста древесных пород как между собой, так и в группах типов леса по каждому уровню средних высот древостоев.

Графическое сопоставление фактических и теоретических значений средних высот (см. рис. 2), представление многомерных закономерностей изменения средней высоты древостоев (см. рис. 3) позволяет провести сравнение полученных кривых хода роста с общепониманной шкалой, относящейся к древесным породам быстрого роста (тополь, акация белая, ива белая) ВНИИЛМ [4].

Нанесение бонитной шкалы на график трех уровней средних высот лесорастительной формации – Осокорники (рис. 4) позволяет констатировать тот факт, что общербонитеровочная шкала для древостоев поймы реки Урал дает существенные по-

Рис. 2. Сопоставление теоретических значений средних высот, полученных по модели (4) с фактическими данными в размахе варьирования средних высот древостоев

Рис. 3. Изменение с возрастом средней высоты древостоев трех лесообразующих пород по четырем группам типов леса и трем уровням средних высот

Рис. 4. Сравнение дендролого-лесотипологических кривых возрастного изменения средних высот с кривыми общебонитеровочной шкалы для пород быстрого роста (тополь, ива белая)

решности. Так, в низших и средних уровнях средних высот бонитетные кривые не имеют синхронного изменения с дендролого-лесотипологическими кривыми и пересекаются (рис. 5). Это подтверждает необходимость

разработки региональной классификации средних высот древостоев с заданной градацией уровней в условно заданном возрасте (H_A) с учетом лесорастительных условий произрастания насаждений и экологических особенностей пород лесообразователей [9, 10].

Построение трехуровневых моделей регрессии средней высоты позволяет получить лесотипологические классы средних высот с условно заданной градацией классов в базовом возрасте древостоев. Для быстрорастущих древесных пород базовый возраст принят нами в 30 лет. Так, например, для тополя чёрного, произрастающего в группе типов леса Осокорники средних уровней центральной поймы, функционально полученная модель классов средних высот имеет вид:

$$H_{cp} = \exp(-0,499013 + 0,445298 \ln A - 0,080608 \ln^2 A - 0,002111 \ln^3 A - 1,7317231 \ln A \ln H_{30} + 0,657225 \ln A \ln^2 H_{30} + 1,022385 \ln^2 A \ln H_{30} - 0,125482 \ln^3 A \ln H_{30} + 0,039038 \ln^3 A \ln^2 H_{30}) \quad (6)$$

Графическая интерпретация лесотипологических классов средних высот представлена на рис. 5. Оценить возрастное изменение продуктивности древостоев по классам высот позволяет модель стандартного запаса (7), полученная для насаждений с заданной полнотой (П) и заданной долей участия породы в составе древостоя (Д) вида:

$$M = \exp(-0,39351 + 1,16608 \ln H_{cp} + 0,03999 \ln^2 H_{cp} + 0,99943 \ln P + 0,0699939 \ln D). \quad (7)$$

Так, например, сомкнутые (при $P=1,0$), чистые

Рис. 5. Двухметровая градация классов средних высот (H_{30}) тополя чёрного в группе типов леса осокорники средних уровней центральной поймы

по составу (10ТЧ) древостой тополя чёрного по классам средних высот имеют возрастные изменения, представленные на рис. 6.

Заключение. Обобщая вышеизложенное, следует указать на возможность статистической систематизации закономерностей роста и продуктивности древостоев заданного породного состава и заданной полноты по лесотипологическим классам средних высот. Практическая значимость такой систематизации позволяет в условно-заданных градациях таксационных показателей классифицировать древостой во всем многообразии лесотипологических условий, возрастной, породной и пространственной структуры. Наличие ключа для проведения лесотипологической и лесоводственно-таксационной классификации насаждений позволяет построить и внедрить в производство принципиально новые информационно-справочные системы лесотаксационных нормативов комплексной оценки древесных ресурсов [9, 10, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичёв В.В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели // Новосибирск: Наука, 2013. – 208 с.
2. Никитин С.А. Лесорастительные условия низовой реки Урал // Труды института леса. Т. 34. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1957. – С. 7–27.
3. Нормативы для таксации лесов Казахстана / А.А. Макаренко [и др.]. – Алма-Ата: Издательство «Кайнар», 1987. – 322 с.
4. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загребов [и др.] // М.: Колос, 1992. – 495 с.
5. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Уральской области. –

Рис. 6. Распределение условно определенного запаса чистых по составу (10ТЧ) максимально сомкнутых при $P = 1,0$ древостоев тополя чёрного по классам средних высот (H_{30})

Алма-Ата, 1992. – 411 с.

6. Токарев А.Д. Типы пойменных лесов реки Урала // Труды Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации. Т. 9. – Алма-Ата: Издательство «Кайнар», 1975. – С. 266–278.

7. Тюрин А.В. Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели: (Всеобщие таблицы хода роста). 2-е изд. – М. – Л.: Сельколхозгиз, 1931. – 200 с.

8. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии. Предельная продуктивность и география. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 407 с.

9. Хлюстов В.К. Комплексная оценка и управление древесными ресурсами: Модели-нормативы-технологии. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2015. – Кн. I. – 399 с.

10. Хлюстов В.К. Комплексная оценка и управление древесными ресурсами. Модели-нормативы-технологии. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2015. – Кн. II. – 449 с.

11. Хлюстов В.К., Елекешева М.М., Токтасынов Ж.Н. Моделирование роста смешанных древостоев пойменных лесов Урала // Аграрный научный журнал. – 2017 – № 6. – С. 41–45.

12. Хлюстов В.К., Лебедев А.В. Экологическая типизация хода роста древостоев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2016. – № 4. – С. 5–18.

13. Хлюстов В.К., Лебедев А.В., Ефимов О.Е. Экобиоэнергетический потенциал сосняков Костромской области. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2016. – 292 с.

14. Хлюстов В.К., Устинов М.М., Хлюстов Д.В. Справочная система лесоводственно-

таксационных нормативов для инвентаризации древостоев по элементам леса // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615418. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 июля 2011 г.

15. Хлюстов В.К., Устинов М.М., Хлюстов Д.В. Информационно-справочная система комплексной оценки древесных лесных ресурсов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – Вып. 2. – С. 148–166.

16. Хлюстов В.К., Хлюстов Д.В., Захарин М.Г. Электронный справочник для таксации лесов // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. БГИТА. – 2009. – №23. – С. 69–72.

Хлюстов Виталий Константинович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Сельскохозяйственные мелиорации лесоводства и землеустройства», Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

Елекешева Мира Манаровна, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные мелиорации лесоводства и землеустройства», Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

Изтелеу Токжан Сейилхан кызы, бакалавр, Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

Байсынова Арайлым Рахымберди кызы, бакалавр, Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

Нурадинова Нурзат Кайрат кызы, бакалавр, Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева. Россия.

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д.49.

Тел.: +79035269073.

Ключевые слова: группы типов леса; древесные породы; ход роста; лесотипологические шкалы; средняя высота; продуктивность древостоев; моделирование.

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF FOREST ELEMENTS IN THE SALMON FORESTS OF THE URAL RIVER FLOODPLAIN

Hlyustov Vitaliy Konstantinovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agricultural Melioration, Forestry and Land Management", Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Tyumryazev. Russia.

Yelekesheva Mira Manarovna, Post-graduate Student of the chair "Agricultural Melioration, Forestry and Land Management", Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Tyumryazev. Russia.

Izteleu Tokzhan Seilkhan kyzy, bachelor, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Tyumryazev. Russia.

Baisynova Arailym Rakhymberdi kyzy, Bachelor, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Tyumryazev. Russia.

Nuradinova Nurzat Kairat kyzy, Bachelor, Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Tyumryazev. Russia.

Keywords: groups of types of the wood; tree species; course of growth; forest typology scales; average height; efficiency of forest stands; simulation.

Results of the analysis of the course of growth of average heights and efficiency of four for-est forming species (a poplar black, a poplar white, willows white, an elm smooth) in four landscape and typological groups of types of the wood of a black poplar stand formation are given. Forest typology models and lines of regression of average, minimum and maximum possible values of average heights of forest stands of different age are presented. Comparison of three-level regressions with curves of a bonitet scale for tree species of rapid growth confirms the need of use of forest typology classes of average heights instead of bonitet classes in classification of efficiency of forest stands. Transition to the new system of curves of the course of growth allows developing ecologically reasonable standard reference materials for classification of forest stands by growth, structure and efficiency.