

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО FORESTRY

Научная статья

УДК 630*181.351

doi: 10.34655/bgsha.2022.67.2.018

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА ОРЕХА МАНЬЧЖУРСКОГО

Николай Васильевич Выводцев¹, Наталья Вячеславовна Бессонова²

^{1,2}Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Николай Васильевич Выводцев, 004193@pnu.edu.ru

Аннотация. В настоящей статье изучены возрастные изменения таксационных показателей ореха маньчжурского, которые размещены в таблице хода роста. Орех маньчжурский является одним из ярких представителей древесной флоры кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. В спелых насаждениях встречаются экземпляры до 25 м в высоту и до метра в диаметре. В молодом возрасте можно встретить группы из 20-40 деревьев. Орех маньчжурский активно реагирует на экологические изменения. Доживает до 150 лет и более. На открытых пространствах активно плодоносит. Возраст количественной спелости по ореховой продуктивности наступает в 60 лет. Высоковозрастные деревья обычно суховершинны. Объемные и качественные параметры деревьев представлены в справочной литературе. Экспериментальным материалом послужили модельные деревья, замеренные на постоянных пробных площадях, заложенных при проведении государственной инвентаризации лесов. Отобранные модели анализировали с помощью регрессионного анализа. В анализе участвовали все деревья ореха маньчжурского, независимо от типа леса и класса бонитета. Ключевым уравнением регрессии являлась связь между высотой и диаметром на высоте 1,3 м. Изменение объемов ореха маньчжурского по ступеням толщины соответствует 5 ряду высот. Возрастные изменения высот деревьев до 40 лет соответствуют Iа – II классу бонитета, в 50-100 лет – III классу бонитета, а после 100 лет – IV классу бонитета. Высокий темп роста в начальных возрастах указывает на перспективность этой породы при лесоразведении. Снижение продуктивности насаждений в более поздних возрастах обусловлено выборочными рубками твердолиственных пород, включая деревья ореха маньчжурского. Максимальный средний прирост наблюдается в 40 лет. Разработанная таблица хода роста отражает региональные закономерности роста ореха маньчжурского, выстроенные по модельным деревьям с постоянных пробных площадей, заложенных при проведении государственной инвентаризации лесов.

Ключевые слова: орех маньчжурский, таблица хода роста, процент коры.

REGIONAL GROWTH PATTERNS OF THE MANCHURIA WALNUT

Nikolay V. Vyvodtsev¹, Natalia V. Bessonova²^{1,2} Pacific National University, Khabarovsk, Russia

Corresponding author: Nikolay V. Vyvodtsev, 004193@pnu.edu.ru

Abstract. The article deals with the age-related changes in the taxation indices of Manchurian walnut, which are placed in the table of growth course. Manchurian walnut is one of the most striking representatives of the tree flora of the pine-broadleaf forests of the Far East. In mature stands, specimens up to 25 m tall and up to a meter in diameter can be found. When young, groups of 20-40 trees may be found. The Manchurian walnut responds actively to ecological changes. The Manchurian walnut can live for 150 years or more; it bears fruit vigorously in open spaces. It reaches the age of quantitative ripeness at the age of 60 years old. Highly mature trees are usually top-dry ones. Volumetric and qualitative parameters of the trees are presented in the reference books. Model trees measured at permanent plots established during the state forest inventory were taken as an experimental material. The selected models were analyzed by regression analysis. All Manchurian walnut trees participated in the analysis regardless of forest type and bonitet class. The key regression equation was the relationship between height and diameter at 1.3m. Variation in volume of Manchurian walnut by thickness step corresponds to height class 5. Age-related changes in tree height up to 40 years of age correspond to Ia-II quality class, in 50-100 years to III quality class, and after 100 years to IV quality class. The high growth rate at the initial ages indicates that this species is promising for afforestation. The decrease in plantation productivity in later ages is due to selective cutting of hardwood species, including Manchurian walnut trees. The maximum average growth is observed at age 40. The developed growth rate table reflects the regional growth patterns of Manchurian walnut plotted using model trees from permanent sample plots laid during the state forest inventory.

Keywords: Manchurian walnut, growth rate table, bark percentage.

Введение. Орех маньчжурский (*J. Mandshurica Maxim.*), относящийся к семейству ореховых (*Juglandaceae A. Rich. ex Kunth*), произрастает в Приморском и Хабаровском краях, Амурской области (рис. 1). В естественных условиях чаще всего растет в составе кедрово-широколиственных и смешанных лесов по долинам рек и в нижних частях горных склонов, выше 550 м над уровнем моря не поднимается. Как правило, растет одиночно, но встречаются небольшие группы, насчитывающие 20-40 деревьев. Имеет мощную корневую систему, благодаря чему достигает 28 м в высоту и 80 см по диаметру на высоте 1,3 м. Крона рыхлая, ее размеры обусловлены занимаемым положением дерева в насаждении. В начальных возрастах растет быстро, может мириться со слабым затенением, к почвенным условиям требователен, морозостоек, при благоприятных условиях про-

израстания успешно конкурирует с другими лиственными породами. Орех маньчжурский вносит весомый вклад в комплексную продуктивность кедровой формации, поскольку его семена по питательности и вкусовым качествам не уступают грецким орехам. В них содержится до 55% масла, 20 % белка и свыше 15 % углеводов [1].

Без всякого сомнения можно утверждать, что орех маньчжурский вносит определенный вклад в поддержание кормовой базы животного мира кедрово-широколиственной формации, что отвечает принципам устойчивого ведения хозяйства [2, 3]. Тем не менее, для кедр корейского разработано два Руководства по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах Дальнего Востока [4, 5], изучены региональные и общие закономерности роста [6-8], а для ореха маньчжурского пока таких нормативов нет. Од-

ной из причин является недостаточная изученность возрастных изменений таксационных показателей этой породы. Но орех маньчжурский не образует чистых насаждений. Их сформировать можно только искусственным путем.

Подходы к составлению нормативов для ореха маньчжурского рассматривались ранее в работе [9]. По отдельным деревьям разного возраста отрабатывалась методика построения таблицы хода роста. Такой методический подход применен впервые. Модельные деревья взяты с постоянных пробных площадей, заложенных при государственной инвентаризации лесов (далее – ГИЛ). Пробные площади ГИЛ характеризуют количественные и качественные показатели насаждений определенной страты. На их основе для чистых насаждений можно разрабатывать различные нормативы: стандартные таблицы сумм площадей сечений и запасов, таблицы хода роста, сортиментные таблицы. В настоящей работе региональные закономерности роста ореха маньч-

журского изучены по деревьям, замеренным на постоянных пробных площадях, заложенных при проведении государственной инвентаризации лесов. Обращение к площадкам ГИЛ объясняется тем, что орех маньчжурский встречается на выделах очень редко. Чтобы найти его в насаждении у выборочных методов таксации, в частности постоянных пробных площадей ГИЛ, вероятность больше. Кроме того, использование материалов ГИЛ для изучения региональных закономерностей роста имеет определенные преимущества. Во-первых, они исключают субъективный подход при отборе модельных деревьев. Во-вторых, количество пробных площадей в стратах обеспечивает заданную точность при определении запаса насаждений в лесном районе. В-третьих, пробные площади ГИЛ будут анализироваться через 10, 20 и так далее лет, что важно с позиции оценки структурных изменений, происходящих в насаждениях с участием ореха маньчжурского.



Рисунок 1. Ареал ореха маньчжурского

Модельное дерево, его форма, размеры, морфометрические и качественные характеристики отражают характер внутриценотических отношений всего насаждения. Следовательно, по модельным

деревьям разного возраста можно судить о возрастных изменениях таксационных показателей определенной породы на всем возрастном этапе.

Цель работы – по модельным дере-

вьям, измеренным на постоянных пробных площадях, разработать таблицу хода роста для ореха маньчжурского.

Объекты и методика. Региональные закономерности ореха маньчжурского изучены с помощью модельных деревьев, измеренных при проведении ГИЛ в Приамурско-Приморском хвойно-широколиственном районе. Деревья были обмерены по методике ГИЛ: высота, диаметр на высоте 1,3 м, высота основания живой кроны, техническая годность. Всего отобрано 146 модельных деревьев. На их основе анализировались регрессионные связи между высотой и диаметром на высоте 1,3 м, высотой и возрастом, диаметром и возрастом. Связь между высотой и диаметром является ключевой при построении разрядных таблиц объемов. Разрядная объемная таблица ореха маньчжурского помещена в справочнике таксатора Дальнего Востока [10]. Её математические модели для определения объемов ствола в коре и без коры имеют следующий вид:

$$V_{\text{в коре}} = 0.0000077 d_{1,3} h + 0.0000305 d_{1,3}^2 h; \quad (1)$$

$$V_{\text{без коры}} = 0.0000064 d_{1,3} h + 0.0000206 d_{1,3}^2 h; \quad (2)$$

где $V_{\text{в коре}}$ – объем ствола в коре, м³;
 $V_{\text{без коры}}$ – объем ствола без коры м³;
 $d_{1,3}$ – диаметр на высоте 1,3 м, см;
 h – высота дерева, м.

Таблица хода роста – это расширенный вариант разрядной шкалы, составленный для совокупности деревьев разного возраста. В ней находят количественное выражение региональные закономерности роста той или иной древесной породы. Она может включать любые интересующие нас показатели, например, выделение кислорода, семенную продуктивность, мортмассу и т. д. В качестве независимой переменной обычно используют возраст, но можно и диаметр дерева на высоте 1,3 м, поскольку между возрастом и диаметром существует очень тесная связь. К тому же возраст труднее определить. Для этого надо рубить мо-

дельные деревья.

Построение таблицы хода роста для ореха маньчжурского по модельным деревьям состояло из двух этапов. На первом этапе находились регрессионные зависимости между высотой и диаметром, высотой и возрастом, диаметром и возрастом. Их графическое изображение показано на рисунках 2-4. На втором этапе подобранные регрессии табулировались, недостающие таксационные показатели определялись по известным в лесной таксации формулам.

Для расчета количества стволов использована формула [11, 12], в которую введен поправочный коэффициент (0,01) в связи с относительно редкой встречаемостью ореха маньчжурского в насаждениях и площадках ГИЛ.

Результаты и обсуждения. Постоянные пробные площади ГИЛ с участием деревьев ореха маньчжурского чаще всего встречаются в стратах кедрово-широколиственных насаждений. Таксационные показатели модельных деревьев ореха косвенно характеризуют потенциал этих насаждений. На графиках четко видно, что выборка не имеет существенных флюктуаций в ступенях толщины. В наиболее представленной ступени (24 см) диапазон варьирования высот составляет 12-21 м. Это отличается от данных разрядной шкалы по нижней границе (V разряд) на 25% и по верхней (I разряд) на 14% [10].

Регрессионная связь высоты и диаметра передается параболой 2-го порядка:

$$H = a + bD + cD^2. R^2 = 0,83, \quad (3)$$

где H – высота, м;

D – диаметр, см;

a, b, c – параметры уравнения:

$$a = 3.11987448E+000;$$

$$b = 8.514373265E-001;$$

$$c = -1.02808151E-002.$$

Регрессионная связь диаметра и возраста передается линейным уравнением:

$$D = a + bA. R^2 = 0.76, \quad (4)$$

где a, b – параметры уравнения:

$$a = 3.10403302E+000; b = 3.2293414E-001.$$

Регрессионная связь высоты и возраста передается параболой 2-го порядка:

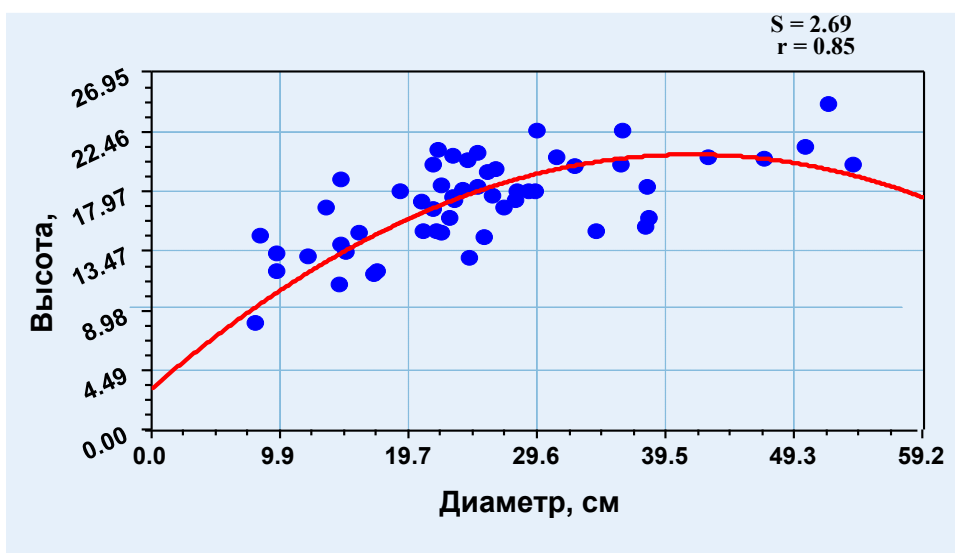


Рисунок 2. Зависимость высоты от диаметра модельных деревьев ореха маньчжурского

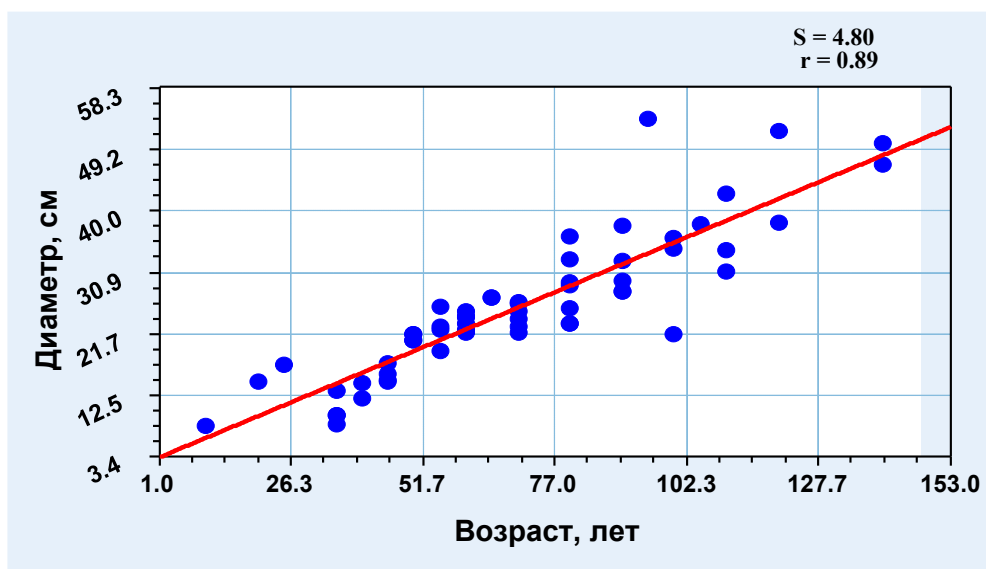


Рисунок 3. Зависимость диаметра и возраста модельных деревьев ореха маньчжурского

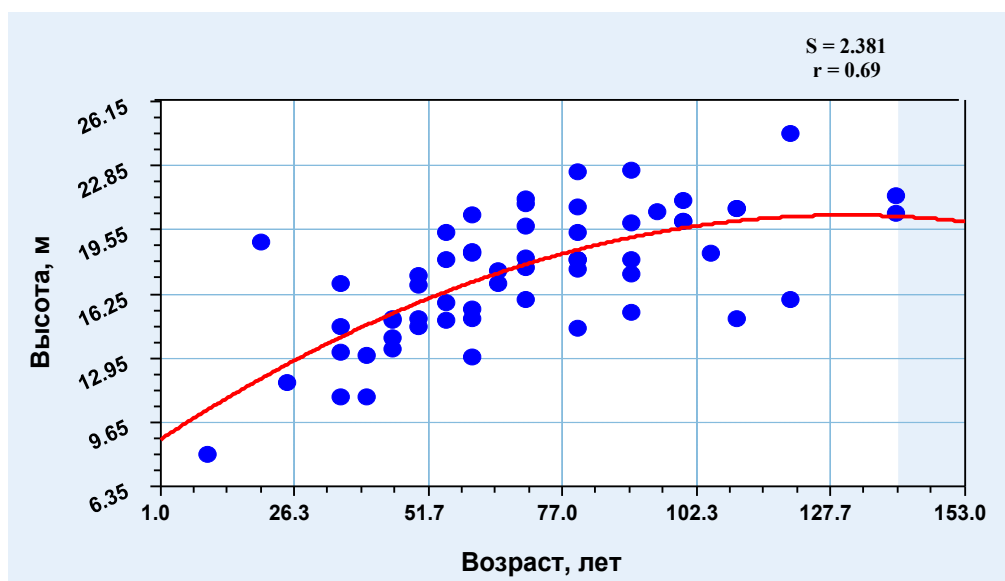


Рисунок 4. Зависимость высоты от возраста модельных деревьев ореха маньчжурского

$$H = a + bA + cA^2. R^2 = 0.67, \quad (5)$$

а, b, с – параметры уравнения:
 $a = 8.6248604E+000$;
 $b = 1.7835648E-001$; $c = -6.8194194E-004$.

На основе подобранных уравнений регрессии были рассчитаны средние значения высот и диаметров ореха маньчжурского. Площадь поперечного сечения найдена через диаметр дерева на высоте 1,3 м. Число стволов определено через константу изреживания [8, 11, 12]:

$$N = \frac{0.01C}{d\sqrt{d}} = N = 0.01 \times \frac{60975}{6.3\sqrt{6.3}} = 38 \text{ шт.} \quad (6)$$

где N – количество деревьев ореха в насаждении, шт/га;

d – средний диаметр дерева орехам маньчжурского, см;

C – константа изреживания, равна 60975 см.

Расчетные значения таксационных показателей ореха маньчжурского занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Ход роста ореха маньчжурского

A	D	H	H/D	N	Not	Mot	Mot *	Mрост,	M общ	Δ ср	Δ тек
10	6,3	10,3	163	38				0,50	0,5	0,05	-
20	9,6	11,9	124	21	17	0,58	0,58	0,72	1,30	0,06	0,08
30	12,8	14,0	109	13	8	0,57	1,15	0,93	2,08	0,07	0,08
40	16,0	14,6	91	10	3	0,35	1,50	1,16	2,66	0,07	0,06
50	19,2	15,8	82	7	3	0,54	2,04	1,26	3,30	0,07	0,06
60	22,7	16,8	74	6	1	0,27	2,31	1,60	3,91	0,07	0,06
70	25,8	17,6	68	5	1	0,36	2,67	1,82	4,49	0,06	0,06
80	28,9	18,4	64	4	1	0,47	3,14	1,89	5,03	0,06	0,05
90	32,2	19,0	59	3	1	0,61	3,75	1,82	5,57	0,06	0,05
100	35,4	19,4	55	3		-	-	2,24	2,24	0,02	-
110	38,6	19,8	51	3		-	-	2,72	2,72	0,02	0,05
120	41,8	20,0	48	2		-	-	2,14	2,14	0,02	-
130	45,0	20,0	44	2		-	-	2,48	2,48	0,02	0,03
140	48,2	19,8	41	2		-	-	2,82	2,82	0,02	0,03
150	51,4	19,5	40	2		-	-	3,16	3,16	0,02	0,03

Примечание: A – возраст, лет; D – диаметр на высоте 1,3 м, см; H – высота, м; H/D – отношение высоты к диаметру, см; N – количество стволов на 1 га, шт; N от – количество отпавших стволов, шт/га; Mot – объем отпавших стволов, м³ га; M от* – накопленный отпад, м³ га; Mрост – объем растущего, м³ га; Mобщ. – объем растущего и отпада, м³ га; Δср – средний прирост, м³ га; Δтек – текущий прирост, м³ га

Заключение. Изучение региональных особенностей роста ореха маньчжурского по модельным деревьям, замеренным на постоянных пробных площадях ГИЛ, выполнено впервые. Эксперимент завершился построением таблицы хода роста, в которой отражена динамика таксационных показателей древесной породы, относящейся к разряду редко встречающихся. При таксации кедровых насаждений морфометрические показатели таких пород не указываются. Поэтому о возрастных изменениях этих пород, участвующих в составе насаждений, практически ничего не известно. Возможно, единичные деревья являются своеобразным индикатором взаимоотношений древесных пород в смешанном древостое и по их раз-

мерам можно судить об основном лесообразователе [13]. Будет совершенно правильным составление «своих» таблиц хода роста для таких пород. Они будут характеризовать эту породу на всей площади лесного района усредненными параметрами. Такой методический подход соответствует разработанной с помощью реласкопических площадок стандартной таблице сумм площадей сечений по сосне [14]. В объемных таблицах процент коры не зависит от размера диаметра и для всего возрастного интервала составляет 32%. Проведенные исследования позволяют сделать несколько важных **ВЫВОДОВ** относительно роста этой древесной породы.

1) Разработанная таблица хода рос-

та построена по принципу разрядной шкалы. В качестве независимой переменной принят возраст дерева, а остальные показатели находились через регрессионные связи и соотношения.

2) Объем коры не зависит от возраста и диаметра на высоте 1,3 м и составляет 32% от общего объема дерева.

3) Основная масса модельных деревьев, замеренных при проведении государственной инвентаризации лесов, приходится на возрастную интервал 50-120 лет.

5) Орех маньчжурский – быстрорастущая древесная порода. До 40 лет соотношение роста в высоту превышает рост по диаметру. На 1 см прироста по диаметру приходится 163 см в высоту. Самый минимальный прирост в 150 лет – 40 см на 1 см прироста по диаметру.

6) Максимальный текущий прирост по объему наблюдается в начальных возрастах (20-40 лет). Его продуцируют 38 деревьев ореха маньчжурского.

7) В составе кедрово-широколиственных лесов орех маньчжурский встречается крайне редко. Разработанный норматив можно использовать для оценки возрастных изменений таксационных показателей среднего дерева ореха маньчжурского.

8) Максимальный возраст деревьев ореха маньчжурского, выявленных при проведении государственной инвентаризации лесов – 150 лет.

9) Объемы стволов разработанной таблицы хода роста соответствуют объемам V разряда высот, помещенным в справочнике таксатора Дальнего Востока.

10) Товарность ореха маньчжурского не зависит от возраста насаждения. Для анализируемой совокупности она соответствует полуделовой.

Предложения. Разработанная таблица хода роста характеризует динамику таксационных показателей хозяйственно важного представителя кедрово-широколиственных лесов – ореха маньчжурского. С ее помощью можно определять динамику таксационных показателей деревьев ореха маньчжурского в интервале 20-150 лет, а также ореховую продуктивность, независимо от типов леса и классов бонитета. На

ее основе можно проводить расчеты групп деревьев ореха маньчжурского в соответствии с классом возраста.

Список источников

1. Усенко Н.В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока : справочная книга /Авт. вступ. ст. С.Д. Шлотгауэр. 3-е изд., перераб. и доп. Хабаровск : Изд-во «Приамурские ведомости», 2009. 272 с.

2. Выводцев Н.В., Выводцева А.Н., Кобаяси Р. Сосна кедровая корейская в Хабаровском крае и перспективы ее восстановления: монография. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. 206 с.

3. Vyvdtsev N. Analysis of basis forest management in Russia // International Conference 15-20 August, Khabarovsk, 1999. Pp. 22-23.

4. Руководство по организации и ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока (кедр корейский). Приказ Государственного комитета СССР по лесу от 14 ноября 1990 г. № 178.

5. Руководство по организации и ведению хозяйства в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока / Отв. сост. В.Н. Корякин. Хабаровск : ДальНИИЛХ, 2003. 161 с.

6. Моисеенко С.Н. Таблицы хода роста кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. Хабаровск, 1966. 91 с.

7. Корякин В.Н. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока России (динамика, состояние, пользование ресурсами, реабилитация) : монография. Хабаровск : ФГУ «ДальНИИЛХ», 2007. 359 с.

8. Выводцев Н.В. Общие закономерности роста насаждений сосны корейской. Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. 2020. № 3. С. 81–88. doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.07. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

9. Выводцев Н.В., Тихонов А.А., Заставский А.И. Составление нормативов для ореха маньчжурского по материалам ГИЛ // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: мат-лы X научно-практической конференции с междунар. участием (Хабаровск, 27 апреля 2021 г.). Хабаровск: ТОГУ, 2021. Вып. 10. С. 27-30.

10. Справочник для таксации лесов Дальнего Востока. Хабаровск. ДальНИИЛХ, 1990. – 526 с.

11. Удод В.Е. Определение оптимальной интенсивности рубок ухода в дубовых насаждениях // Лесное хозяйство. 1972. № 7. С. 15-17.

12. Савинов Е.П. К вопросу о густоте леса

// Лесное хозяйство. 1978. № 5. С. 35–37.

13. Vyvoldtsev N.V. Forest Resource Potential of Cedar in the Far East. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 670, Issue 1. 2021. doi:10.1088/1755-1315/670/1/01201/5.

14. Вагин А.В. Исследование параметров полноты древостоев: автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Москва, 1978. 41 с.

References

1. Usenko N.V. Trees, bushes and lianas of the Far East: reference book. Khabarovsk: Publishing House «Priamurskie Vedomosti», 2009. 272 p. (in Russ.).

2. Vyvoldtsev N.V., Vyvoldtseva A.N., Kobayashi R. Pine Korean in the Khabarovsk and the prospects for its recovery. Khabarovsk. 2016. 206 p. (in Russ.).

3. Vyvoldtsev N. Analysis of basis forest management in Russia. Int. Conf. 15-20 August, Khabarovsk, 1999. Pp. 22-23 (in Russ.).

4. Rukovodstvo po organizatsii i vedeniyu khozyaystva v kedrovo-shirokolistvennykh lesakh Dalnego Vostoka (kedr koreyskiy). [Guide to the organization and management of the economy in the cedardeciduous forests of the Far East (Korean cedar)]. Order of the state Committee of the USSR on forest No 178 of November 14. 1990. 90 p. (in Russ.).

5. Rukovodstvo po organizatsii i vedeniyu khozyaystva v kedrovo-shirokolistvennykh lesakh Dalnego Vostoka [Guide to the organization and management of the economy in the cedardeciduous forests of the Far East]. Comp. V.N. Koryakin. Khabarovsk. 2003. 161 p. (in Russ.).

6. Moiseenko S.N. [Tables of the course of growth of cedar-deciduous forests of the Far East]. Khabarovsk. 1966. 91 p. (in Russ.).

7. Koryakin V.N. Korean pine-broadleaf forests of the Russian Far East (dynamics, state, use of resources, rehabilitation). Khabarovsk. 2007. 359 p. (in Russ.).

8. Vyvoldtsev N.V. General growth patterns of Korean pine plantations. *Forestry Information: electronic online journal*. 2020;3:81-88. doi: 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.07. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (In Russ.)

9. Vyvoldtsev N.V., Tikhonov A.A., Zastavsky A.I. Drawing up standards for the Manchurian walnut based on the materials of the GIL. *Philosophy of modern environmental management in the Amur River basin. Materials of the X Sci. and Prac. Conf. with Int. Participation* (Khabarovsk, April 27, 2021). Khabarovsk. TOGU, 2021. Issue. 10. Pp. 27-30 (In Russ.)

10. Reference book for taxation of forests of the Far East. Khabarovsk. 1990. 526 p. (In Russ.)

11. Udod V.Ye. Determination of the optimal intensity of thinning in oak plantations. *Forestry*. 1972;7:15-17 (In Russ.)

12. Savinov E.P. On the issue of forest density. *Forestry*. 1978;5:35–37 (In Russ.)

13. Vyvoldtsev N.V. Forest Resource Potential of Cedar in the Far East. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*. 2021.670,1. doi:10.1088/1755-1315/670/1/01201/5.

14. Vagin F.V. Issledovaniye parametrov polnoty drevostoyev [The study of the parameters of the completeness of forest stands]. Doctoral Dissertation Abstract. Moscow.1978. 41p. (In Russ.)

Информация об авторах

Николай Васильевич Выводцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технология лесопользования и ландшафтного строительства;

Наталья Вячеславовна Бессонова – старший преподаватель кафедры технологии лесопользования и ландшафтного строительства.

Information about the authors

Nikolay V. Vyvoldtsev – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Head of the Department of Forest Management Technology and Landscape Construction;

Natalia V. Bessonova – Senior Lecturer, Department of Forest Management Technology and Landscape Construction

Статья поступила в редакцию 01.03. 2022; одобрена после рецензирования 21.04.2022; принята к публикации 28.04.2022.

The article was submitted on 01.03.2022; approved after reviewing on 21.04.2021; accepted for publication on 28.04. 2022.