

УДК 582.475.4:581.14(571.53)

И. В. Кутателадзе

Д. Ф. Леонтьев

**Моделирование текущего прироста сибирской кедровой сосны
(*Pinus sibirica* Du Tour) в бассейне р. Голоустная**

В работе проанализированы полевые материалы, собранные на западном макросклоне Приморского хребта в бассейне р. Голоустная на трех пробных площадках, характерных для лесовосстановления после промышленных рубок. Построена модель изменения дендрометрических показателей — высоты и диаметра деревьев кедр на основе материалов, собранных за два года в осенний период после завершения вегетационного процесса. Построены и представлены графики, которые характеризуют прирост по высоте и диаметру сосны кедровой сибирской в процессе лесовосстановительной сукцессии.

Ключевые слова: послерубочная сукцессия, ход роста, прирост, синузия, регрессионная модель, сибирская кедровая сосна, темнохвойная тайга.

Значение кедровников и лесов с участием сибирской кедровой сосны в экосистемах трудно переоценить как для лесной фауны, так и для человека.

Сосна сибирская кедровая — дерево, произрастающее в условиях континентального климата. В первые годы жизни этот фанерофит довольно теневынослив, в зрелом возрасте светолубив. В определенных пределах кедр переносит как избыток, так и недостаток влаги в почве, однако предпочитает районы с достаточным увлажнением, что характерно для участков, где расположены наши пробные площадки.

С увеличением времени возобновления кедрового древостоя возрастная структура леса усложняется. Древостой пополняют кедр, переходящие из имевшегося подроста под пологом, обгоняя менее устойчивых спутников кедр [6, 7, 9], формируя в нем кедровую синузию [4, 10]. Активность процесса возобновления значительно увеличивается в периоды отпада менее долговечных лиственных пород, в нашем случае березы, господствующих на ранних фазах формирования кедровников и лесов с участием сибирской кедровой сосны, а также при выпадении ели и пихты, продолжительность жизни которых меньше, чем кедр [8, с. 82].

Методологической основой исследований послужила ландшафтно-видовая концепция охотничьей таксации [2, 3], основанная на структурно-динамическом ландшафтоведении. В качестве ландшафтной основы использована карта [2]. Работы выполнялись в ее ландшафтном выделе «плоских поверхностей с кедром и пихтой кустарничково-мелкотравно-зеленомошных». На территории, пройденной промышленными рубками, формируются специфические местообитания промысловых животных.

Для изучения процессов возобновления сосны сибирской кедровой под пологом леса в условиях экосистем учебно-опытного хозяйства «Голоустное» на трех пробных площадках был собран дендрометрический материал за два года — осенью 2013 и 2014 гг.: производился непосредственный замер высоты и диаметра возобновления сосны кедровой сибирской, а также учет травяной и другой напочвенной растительности. Сбор данных производился современными приборами: электронной мерной вилкой Haglof Mantax Digitech, расстояние замерялось ультразвуковым дальномером Haglof DME, бус-солью Suunto и высотомером Suunto PM-5/1250, что обеспечивало удобство и повысило эффективность работ. С помощью пакета анализа данных Microsoft Office получены регрессионные модели взаимосвязи высоты и диаметра и их уравнения. Значения коэф-

© Кутателадзе И. В., Леонтьев Д. Ф., 2016

фициентов корреляции и детерминации близки к единице, что говорит о сильной связи между признаками и её значимости.

В период осенних полевых выездов в 2014 году была заложена пробная площадка 3 площадью 0,45 га.

В результате работы отслежен прирост высоты и диаметра, построена модель их зависимости, определена достоверность расчетов; предположен тип формирующегося леса, это поможет разработать технологии ухода за будущими кедровниками для восстановления потенциала кедровой формации.

Стандартизированные таблицы хода роста — система рядов, характеризующая изменение с возрастом отдельных таксационных показателей в абсолютных величинах [1, 5]. Представленная ниже таблица отличается от традиционной формы таблицы хода роста, используемой при изучении лесообразовательного процесса в кедровых лесах. В результате нашей работы получены количественные характеристики таксационных признаков сибирской кедровой сосны и сопутствующих пород в процессе формирования кедровых и с участием кедров лесов. В таблице 1 дана оценка полноты и запаса потенциальных кедровников на первых стадиях сукцессии, когда преобладают другие породы, а также таксационные показатели леса на пробной площадке и их достоверность. Уравнение регрессионной модели выглядит следующим образом: $y = 7,07 + 0,4x$. Из уравнения видно, что при увеличении диаметра дерева на 1 см его высота увеличится на 0,4 м.

Таблица 1

Таксационные характеристики синузии сибирской кедровой сосны, полученные в ходе формирования древостоя на площадке 1

Возраст	Состав	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас, м ³ /га	Изменение запаса, м ³ /[га-год]		Среднеквадратическое отклонение		Стандартная ошибка среднего	
						текущее	среднее	диаметр	высота	диаметр	высота
Пробная площадка 1											
40—50	ЗК4ПЗБ+Л, ед. С.	14,23	14,67	3,10	23,51	2,49	0,15	5,21	3,12	0,40	0,24

Таким образом, как следует из данных таблицы, ошибка средней арифметической величины высоты равна 0,24 м, а граница достоверности расчетов равна [14,0;14,96]. По диаметру граница достоверности расчетов выглядит следующим образом [14,09;15,64], а ошибка средней арифметической величины равна 0,4 см. В долевом соотношении ошибка прогнозируемых расчетных показателей по высоте и диаметру равна 1,67 и 2,70% соответственно. Исходя из значений таблицы нами рассчитаны коэффициенты вариации по высоте (0,22) и диаметру (0,36), изменчивость вариационного ряда считается значительной, что говорит об однородности изучаемой совокупности.

На рисунках 1 и 2 отражена динамика роста сибирской кедровой сосны по диаметру и высоте на пробной площадке 1. Можно увидеть прирост показателей за вегетационный период 2014 года: средний прирост высоты и диаметра равны 0,4 м и 0,48 см соответственно. По некоторым экземплярам видна стагнация прироста. Это объясняется наличием в древостое и доминирующей на данном этапе пихты и появившейся на волоках в большом количестве березы. Со временем состав древостоя будет меняться и некоторые экземпляры кедров отпадут в процессе формирования темнохвойной тайги, но в целом сосна кедровая сибирская в более взрослом возрасте будет занимать весомое место в составе леса на данном участке.

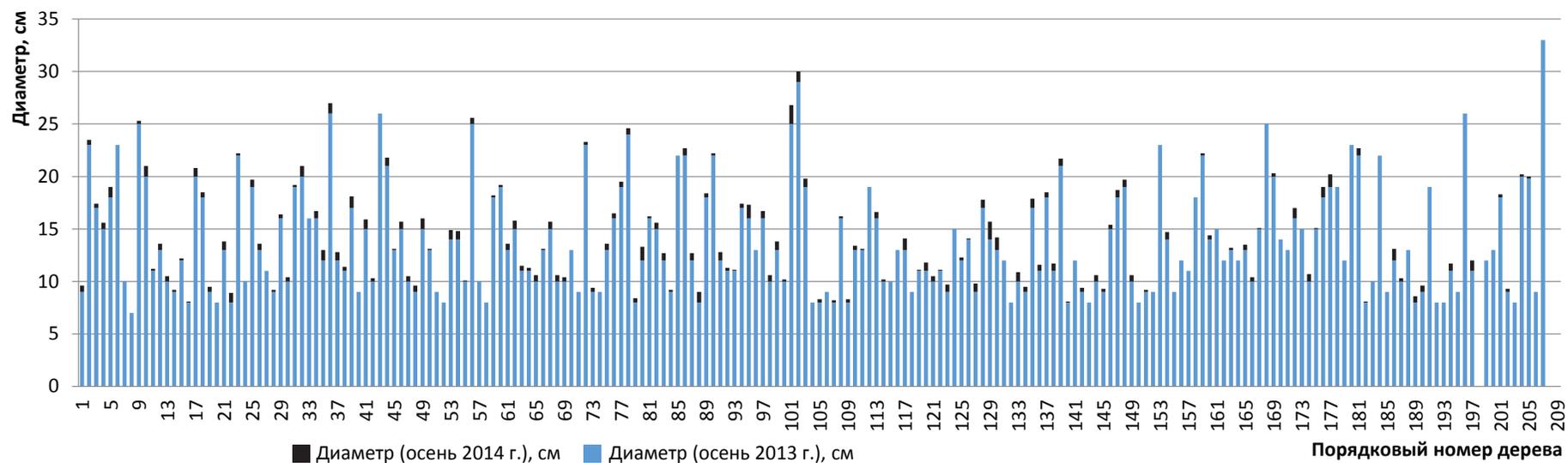


Рис. 1. Прирост диаметра сосны кедровой сибирской на площадке 1

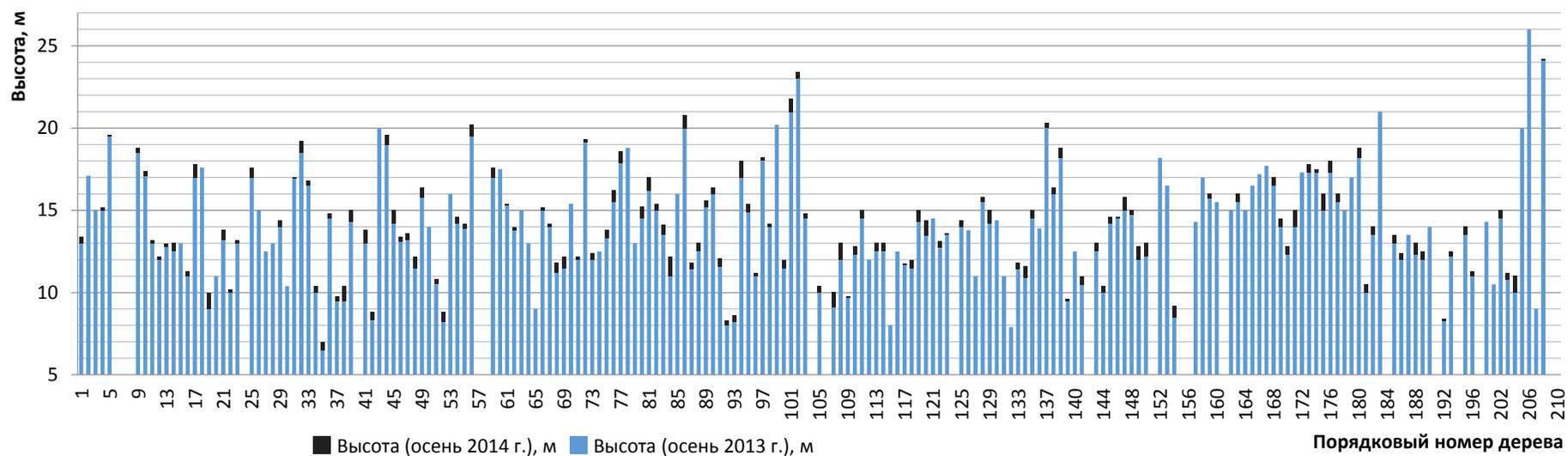


Рис. 2. Прирост высоты сосны кедровой сибирской на площадке 1

По второй площадке при сукцессии лесовосстановления после сплошнолесосечных рубок 1980-х гг. состав леса следующий: 1К2С2Л5Б, ед. Е, основные таксационные показатели: средние значения высоты и диаметра 4,98 м и 4,51 см соответственно, запас 2,78 м³/га, текущее изменение запаса 0,64 м³/[га-год], сумма площадей сечения 0,24 м²/га.

Графическим методом показан прирост кедр на пробной площадке 2 по диаметру и высоте, где за вегетационный период виден прирост показателей сосны кедровой сибирской. Прирост диаметра и высоты в среднем составил 0,46 см и 0,57 м соответственно. На основании полученной регрессионной модели $y = -0,3 + 1,21x$ можно выполнить прогноз: при увеличении диаметра дерева на 1 см его высота увеличится на 1,21 м. Рисунки 3 и 4 подтверждают эту тенденцию при незначительных отклонениях показателей.

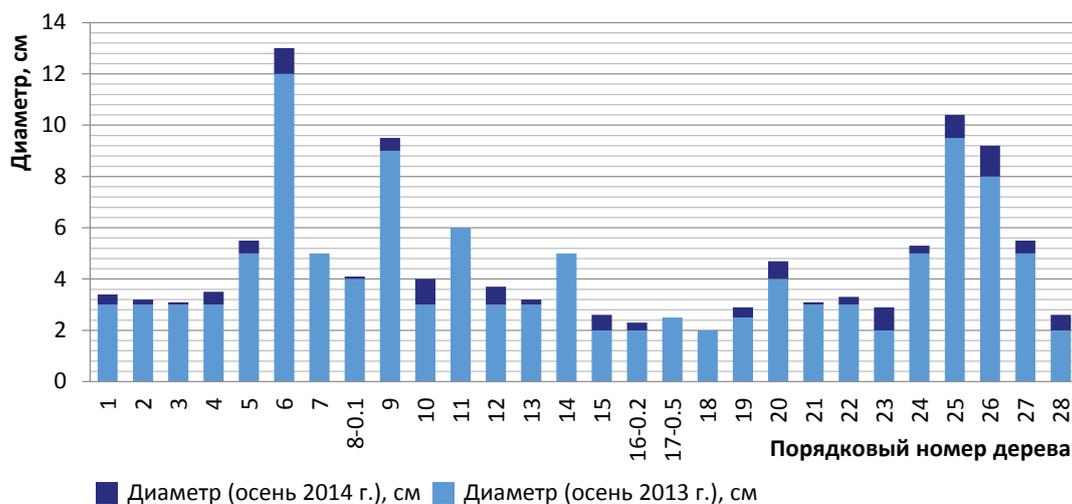


Рис. 3. Прирост диаметра сосны кедровой сибирской на площадке 2

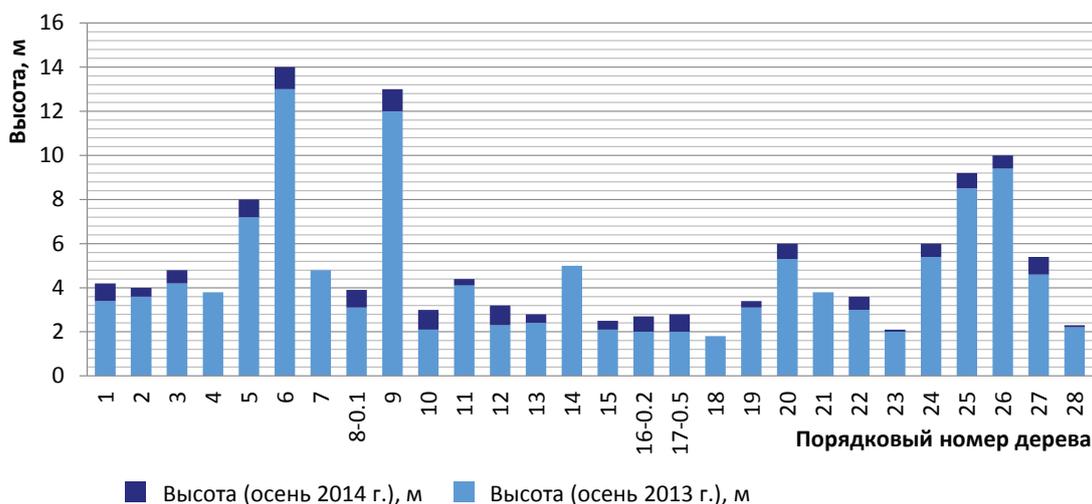


Рис. 4. Прирост высоты сосны кедровой сибирской на площадке 2

Стволовой запас на площадке 3 при пересчете на 1 га равен 4,32 м³. Уравнение регрессионной модели $y = 1,82 + 0,7x$. Из него видно, что при увеличении диаметра кедр на 1 см высота дерева увеличится на 0,7 метра. Коэффициент корреляции равен 0,85 и подтверждает сильную связь между признаками. В целом это может характеризовать устойчивый рост и развитие сибирской кедровой сосны.

Выводы

1. Достоверность расчетов прироста сосны кедровой сибирской можно считать оправданной, так как расчетные эмпирические значения входят в границы доверительного интервала, полученная ошибка расчетов показателей по высоте и диаметру равна 1,67 и 2,70% соответственно. Прогнозируемые расчеты прироста сосны кедровой сибирской на основании регрессионной модели, где при увеличении диаметра на 1 см происходит прирост дерева в высоту на 0,4 м, характеризуют текущий прирост в процессе синузии сибирской кедровой сосны.

2. На пробных площадках 2 и 3, где тоже идет процесс формирования темнохвойной тайги, а в древостое доминирует береза, есть возможность формирования значимой кедровой синузии. По результатам моделирования дендрометрических данных площадок 2 и 3, прирост диаметра на 1 см дает увеличение в высоте на 1,21 и 0,7 м соответственно.

В целом можно сказать, что при соответствующей охране лесов от воздействия антропогенных и природных факторов есть большая вероятность формирования на данном участке темнохвойной тайги со значимым участием в составе сибирской кедровой сосны.

Список использованной литературы

1. Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М. : Лесная промышленность, 1978. 240 с.
2. Ландшафты юга Восточной Сибири [Карта] / сост. В. С. Михеев [и др.] ; Главное управление геодезии и картографии при Совмине СССР. М., 1977. 4 л.
3. Леонтьев Д. Ф. Ландшафтно-видовая инвентаризация местообитаний охотничьих животных юга Восточной Сибири. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland, 2012. 135 s.
4. Основы лесной биогеоценологии / под ред. В. Н. Сукачева и Н. В. Дылиса. М. : Наука, 1964. 574 с.
5. Семечкин И. В., Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г. Общие таблицы хода роста и биологической продуктивности полных («нормальных») насаждений сосны кедровой сибирской // Лесная таксация и лесоустройство. 2005. Вып. 1 (34). С. 7—27.
6. Семечкин И. В. Динамика таксационных показателей и возрасты спелости циклично-разновозрастных кедровников // Совершенствование методов таксации и устройства лесов Сибири. М. : Наука, 1967. С. 28—61.
7. Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
8. Смолоногов Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины. Свердловск : УРО РАН, 1990. 200 с.
9. Фищенко В. В., Семечкин И. В. Строение и рост кедровников Читинской зоны бассейна озера Байкал // Лесная таксация и лесоустройство. 2002. № 1 (31). С. 61—67.
10. Gams H. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung // Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zurich, 1918. Bd. 63. S. 293—493.

Поступила в редакцию 08.10.2015 г.

Кутателадзе Ираклий Вахтангович, аспирант

Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского
Российская Федерация, 664007, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59
E-mail: irk038@list.ru

Леонтьев Дмитрий Федорович, доктор биологических наук, профессор

Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского
Российская Федерация, 664038, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59
E-mail: ldf@list.ru

UDC 582.475.4:581.14(571.53)

I. V. Kutateladze**D. F. Leontyev****Modelling current growth of Siberian cedar pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in the Goloustnaya River basin**

The article analyzes the field materials collected on the western macroslope of the Primorsky ridge in the basin of the Goloustnaya River at three sample plots which are typical for reforestation after industrial felling. The article suggests a model of changes in dendrometrical parameters — height and diameter of cedar trees — on the basis of a two-year-field data collected in autumn at the end of the vegetation season. The presented graphs characterize the increase in height and diameter of Siberian pine trees during restoration succession.

Key words: after felling succession, growth, synusia, regression model, Siberian cedar pine, dark coniferous taiga.

Kutateladze Irakliy Vakhtangovich, Postgraduate student

Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky

Russian Federation, 664007, Irkutsk, ul. Timiryazeva 59

E-mail: irk038@list.ru

Leontyev Dmitriy Fedorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor

Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky

Russian Federation, 664038, Irkutsk, ul. Timiryazeva 59

E-mail: ldf@list.ru

References

1. Zagreev V. V. *Geograficheskiye zakonomernosti rosta i produktivnosti drevostoev* [Geographic patterns of growth and productivity of forest stands]. Moscow, 1978. 240 p. (In Russian).
2. *Landshafty yuga Vostochnoi Sibiri (Karta)* [The landscapes of the south of Eastern Siberia (Map)] / sost. V. S. Mikheev [i dr.]; Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri Sovmine SSSR. Moscow, 1977. 4 p. (In Russian).
3. Leontyev D. F. *Landshaftno-vidovaya inventarizatsiya mestoobitanii okhotnich'ikh zivotnykh yuga Vostochnoi Sibiri* [Landscape and inventory of species habitats of game animals in southern East Siberia]. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland, 2012. 135 p. (In Russian).
4. *Osnovy lesnoi biogeotsenologii / pod red. V. N. Sukacheva i N. V. Dylisa* [Fundamentals of Forest biogeocenology, ed. by V. N. Sukachev and N. V. Dylis]. Moscow, 1964. 574 p. (In Russian).
5. Semechkin I. V., Shvidchenko A. Z., Shchepachenko D. G. Obshchiye tablitsy khoda rosta i biologicheskoi produktivnosti polnykh ("normal'nykh") nasazhdenii sosny kedrovoy sibirskoi [General tables of growth and biological productivity of the complete ("normal") Siberian stone pine plantations]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroistvo*, 2005, no. 1 (34), pp. 7-27. (In Russian).
6. Semechkin I. V. Dinamika taksatsionnykh pokazatelei i vozrasty spelosti tsiklichno-raznovozrastnykh kedrovnikov [Dynamics of taxation at maturity indicators and cycles of different age-cedar]. In: *Sovershenstvovaniye metodov taksatsii i ustroistva lesov Sibiri* [Improvement of inventory methods and devices forests of Siberia]. Moscow, 1967, pp. 28-61. (In Russian).
7. Semechkin I. V. *Struktura i dinamika kedrovnikov Sibiri* [Structure and dynamics of Siberian cedar]. Novosibirsk, 2002. 253 p. (In Russian).
8. Smolonogov E. P. *Ekologo-geograficheskaya differentsiatsiya i dinamika kedrovnykh lesov Urala i Zapadno-Sibirskoi ravniny* [Ecological and geographical differentiation and dynamics of cedar forests of the Urals and West Siberian Plain]. Sverdlovsk, 1990. 200 p. (In Russian).
9. Fishchenko V. V., Semechkin I. V. Stroenie i rost kedrovnikov Chitinskoj zony basseina ozera Baikal [Structure and growth cedar Chita pool area of Lake Baikal]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroistvo*. 2002, no. 1 (31), pp. 61-67. (In Russian).
10. Gams H. Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. *Vierteljahrsschrift Naturforsch. Ges. Zurich*, 1918, vol. 63, pp. 293-493. (In German)