

УДК 582.475(571.15)

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
НАСАЖДЕНИЙ КЕДРА СИБИРСКОГО (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В
ЛЕСОТУНДРОВОМ ЭКОТОНЕ СЕВЕРО-ЧУЙСКОГО ХРЕБТА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
АЛТАЙ)**

Смелянцева Е. О., Тимошок Е. Е.

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3, Smelena82@mail.ru, Timoshokee@mail.ru*

Исследования проводились в горно-ледниковом бассейне Актру (рис. 1) на северном макросклоне Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай). Район исследований по лесорастительному районированию относится к Центрально-алтайской котловинно-горной провинции лиственничных и темнохвойных лесов (Крылов, Речан, 1967) и приурочен к северным склонам горного узла Биш-Иирду ($50^{\circ}05'$ с. ш. и $87^{\circ}45'$ в. д.).



Рис. 1. Горно-ледниковый бассейн Актру

Как и в других районах Центрального Алтая (Куминова, 1960), в суровых климатических условиях приледниковой зоны высокогорий Северо-Чуйского хребта кедр принадлежит важная роль в строении древесного яруса лесных экосистем.

Кедр сибирский (рис. 2) по экологической природе – дерево горное. Он отличается значительной холодоустойчивостью, способностью произрастать на многолетних мерзлых почвах и образовывать придаточные корни (Крылов, Таланцев, Козакова, 1983).

Как было отмечено еще П.Н. Крыловым в 1931г. кедр является выносливым деревом, образующим на Алтае верхнюю границу леса. Его наблюдения, проводившиеся в начале XX века, показали, что «на самом крайнем пределе высотного распространения сильно измельчавшие деревца кедра деформированы дуящими с вершин гор холодными ветрами, они становятся однобокими, теряя верхушку и ветви с наветренной стороны; нередко превращаются в распластанный по земле кустарник. Под защитой скалистых выступов отдельные экземпляры или небольшие группы таких деревьев поднимаются иногда и выше лесного предела – до 2580 м над ур. м».



Рис. 2. Кедр сибирский

В центральной части северного макросклона Северо-Чуйского хребта, в долине р. Актру леса, произрастающие на склонах близ современной высотной границы леса кедровые или лиственнично-кедровые (Воробьев, Нарожный, Тимошок и др., 2001). Верхняя граница кедра достигает 2400 м над ур. м., где он играет значительную роль в строении древесного яруса подгольцовых кедровых и лиственнично-кедровых редколесий на склонах долины р. Актру, моренах долинных ледников и водоразделе Актру-Ян-Карасу.

В бассейне р. Актру на северном склоне (рис. 3) граница леса эдафического типа. На этом склоне мелколесья непосредственно смыкаются с каменистыми россыпями. Ведущий фактор, ограничивающий их произрастание — частые осыпи. Линия эдафического рубежа лесной растительности извилиста, и часто прерываются полями каменистых россыпей.



Рис. 3. Эдафический тип границы леса на северном склоне бассейна р. Актру

На южном склоне (рис. 4) граница леса имеет климатический тип. Распространение растительности по склону ограничивается температурными и ветровыми факторами.



Рис. 4. Климатический тип границы леса на южном склоне бассейна р. Актру

Под термином экотон верхней границы древесной растительности понимается, согласно Х. Кёрнеру (Körner, 1999), переходный пояс растительности в горах между верхней границей распространения одиночных деревьев в тундре и верхней границей распространения сомкнутых лесов. Верхняя граница экотона верхней границы древесной растительности представляет собой линию, соединяющую самые верхние одиночные деревья различных форм роста (одноствольная, многоствольная, стланиковая), которые произрастают в настоящее время. Ширина экотона зависит в основном от ветровых условий и крутизны склона (Шиятов и др., 2005).

Экотон обладает следующими основными свойствами:

1. Взаимное проникновение и сочетание элементов, свойственных контактирующим сообществам.
2. Экотон – всегда полоса, ширина которой может быть различна, но в большинстве случаев эта полоса уже, чем граничащие территориальные единицы (Ниценко, 1948; Александрова, 1969).

На исследуемом склоне нами было выделено несколько категорий верхних пределов древесной растительности (рис. 5).

1. Верхняя граница отдельных деревьев представляет собой линию, соединяющую кратчайшим путем самые верхние пункты произрастания отдельных деревьев (стволовой, кустовой или стланиковой формы роста). Данная граница проходит на высоте около 2500 м над ур. м.

2. Верхняя граница групп деревьев (лесных микрогруппировок) – это линия, соединяющая кратчайшим путем самые верхние местонахождения групп деревьев (лесных микрогруппировок). Высота границы около 2400 м над ур. м.

3. Верхняя граница сплошных лесов. Ниже границы групп деревьев. В бассейне Актру развиты сомкнутые фитоценозы, образующие более или менее сплошные лесные массивы. Верхняя граница сплошных лесов также очень извилистая и проходит на высоте 2250-2300 м над ур. м.

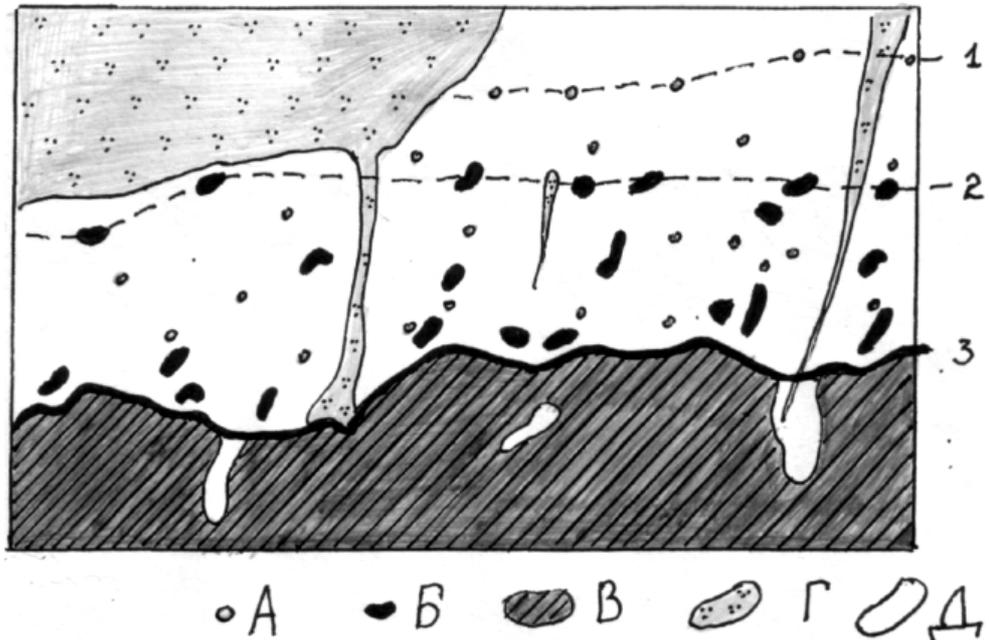


Рис. 5. Верхняя часть южного склона долины р. Актру. Границы: 1 – отдельных деревьев, 2 – групп деревьев, 3 – сплошных лесов; А – отдельные деревья; Б – группы деревьев; В – лесные массивы; Г – скалистые выступы; безлесные участки; Д – безлесные участки

Изучение возрастной структуры древостоев, произрастающих на верхнем пределе леса, дает возможность не только выявить периоды, благоприятные или неблагоприятные для лесовозобновления, но и произвести реконструкцию динамики верхней границы леса за период, равный продолжительности жизни деревьев, а иногда даже за более длительный период, если сохранилась древесина давно отмерших деревьев (Горчаковский, Шиятов, 1985).

Изучение возрастной особенности и онтогенетической структуры насаждений кедра проводилось на южном склоне долины р. Актру на 4 пробных площадях и 2 трансектах ленточного типа, которые были заложены перпендикулярно линии верхней границы леса. Пробные площади закладывались для изучения плотных групп кедра, трансекты - для исследования отдельно стоящих деревьев и небольших групп. На пробных площадях и трансектах было проведено картирование кедра. На план наносились все особи кедра: их местонахождение, основания стволов и проекции кроны. Зарисовывались все встреченные разновидности кроны деревьев и указывалось количество особей с данной формой кроны. На каждой пробной площадке и трансекте был проведен сплошной пересчет деревьев. Все деревья были пронумерованы. При раздвоении ствола дерева ниже высоты 1,3 м каждому из двух стволов давался свой номер. Рассчитывались численность, плотность, а на трансектах - и встречаемость кедра. Возраст деревьев определялся путем подсчета годовичных колец на кернях, взятых шведским возрастным буром. Керны брались у основания ствола. Вычислялся средний возраст особей кедра для каждой пробной площадки и трансекты. Для каждого дерева определялось онтогенетическое состояние (по Работнову, 1950, с учетом работ Николаевой, 2002; Тимошок и др., 2003) и составлялись онтогенетические спектры.

Как показали проведенные исследования плотность особей кедра в лесотундровом экотоне в целом низка (табл. 1). В группах деревьев она выше и колеблется от 14 до 20 деревьев на 100 кв. м. На трансектах плотность значительно ниже: от 3 до 8 деревьев на 100 кв. м. Для вычисления встречаемости кедра трансекты разбивались на равные 10-метровые

блоки. Встречаемость рассчитывалась как отношение числа блоков, в которых присутствовал кедр к общему числу всех блоков. Встречаемость кедра изменяется здесь от 50 до 83 %.

Таблица 1.

Плотность особей кедра на пробных площадях (ПП) и трансектах (Т) и их встречаемость на трансектах

№ ПП и Т	Высота над ур. м, м	Размер, м	Плотность, шт./100 м ²	Встречаемость, %
ПП16	2250-2300	20x40	14	
ПП25	2350	10x10	20	
ПП26	2250	10x10	14	
Т15	2350-2400	10x40	8	50
Т16	2300-2350	5x60	3	83
Т21	2250-2300	10x70	4	57

В плотных группах кедра высота деревьев колеблется от 2 до 10 м (табл. 2), средняя высота составляет 3,4-6,8 м. Деревья кедра, растущие одиночно или в небольших группах имеют высоту от 0,7 до 7,5 м (средняя высота 1,6-3,6 м). Диаметр у основания и на высоте 1,3 м на пробных площадях значительно больше, чем на трансектах.

Таблица 2

Характеристика деревьев кедра сибирского

№ ПП и Т	Н ср, м	Lim	D ₀ , см	Lim	D _{1,3} , см	Lim
ПП16	5,8	2-10	14	6-28	10	3-22
ПП25	3,4	2-5,2	14	7-24	9	4-19
ПП26	6,8	2,2-8,5	21	8-31	18	6-26
Т15	3,2	1,5-5,5	10	5-16	7	4-12
Т16	1,6	0,7-2,2	6	3-9	-	-
Т21	3,6	1,5-7,5	13	4-26	9	3-23

Примечания: Н – высота, D₀ – диаметр ствола у основания, D_{1,3} – диаметр ствола на высоте груди, Lim – размах

Изучение возрастных особенностей насаждений кедра (табл. 3) в лесотундровом экотоне показало, что возраст деревьев в плотных группах колеблется от 42 до 126 лет, их

средний возраст – от 70 до 89 лет. На трансектах деревья, растущие одиночно или в небольших группах значительно моложе (30-68 лет) и имеют средний возраст 46-50 лет.

Таблица 3.

Возрастные особенности насаждений кедра в лесотундровом экотоне

№ ПП и Т	ПП16	ПП25	ПП26	T15	T16	T21
Средний возраст, лет	81	70	89	48	46	50
Lim	55-105	42-94	65-126	34-62	33-55	30-68

Как показали проведенные исследования, в лесотундровом экотоне отмечены деревья кедра только 2 онтогенетических состояний: виргинильные и молодые генеративные. Здесь не были найдены более молодые (всходы, ювенильные, имматурные) и более взрослые (средневозрастные и старые генеративные) особи.

Соотношение онтогенетических состояний на всех пробных площадях и трансектах показано на следующей диаграмме (рис. 6).

В онтогенетических спектрах наблюдаются четкие различия. В плотных группах деревьев участие виргинильных особей колеблется от 29 до 75%, молодых генеративных – от 25 до 71 %, тогда как на трансектах преобладают деревья кедра преимущественно виргинильного состояния (84 – 100 %), молодые генеративные имеют незначительное участие или отсутствуют.

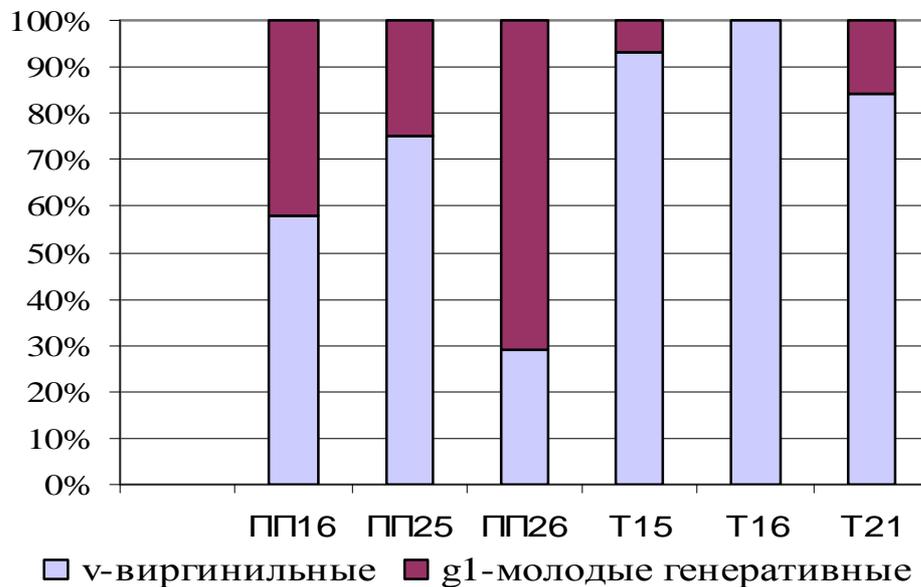


Рис.6. Онтогенетические спектры кедра сибирского в лесотундровом экотоне

С точки адаптации к условиям высокогорий особое значение имеет изучение формы крон деревьев кедра сибирского, поскольку внешний облик и жизнеспособность деревьев на верхнем пределе его произрастания отражают режим и динамику влияния внешних факторов, с одной стороны, и ответную реакцию организма – с другой (Горчаковский, Шиятов, 1976). Особенностью жизненной формы кедра сибирского, растущего на климатической границе является разнообразие его форм. Все встреченные разновидности кроны зарисовывались и указывалось количество особей с данной кроной.

В лесотундровом экотоне были отмечены одноствольные деревья с симметричной (рис. 7а) и флагообразной (рис. 7б) кроной. Симметричная крона присуща деревьям, произрастающим внутри плотной группы. Флагообразная крона встречается у деревьев кедра, произрастающих одиночно или по периметру плотной группы. Одиночные деревья имеют как один, так и несколько стволов (2-3). Многоствольность образуется в результате неоднократного перевершинивания, раздвоения ствола. У таких деревьев большое количество отмерших ветвей. Если ствол раздваивался на высоте до 1,3 м – каждый ствол учитывался как особь и дерево считалось многоствольным. Если выше 1,3 м – дерево считалось многовершинным (рис. 7с).

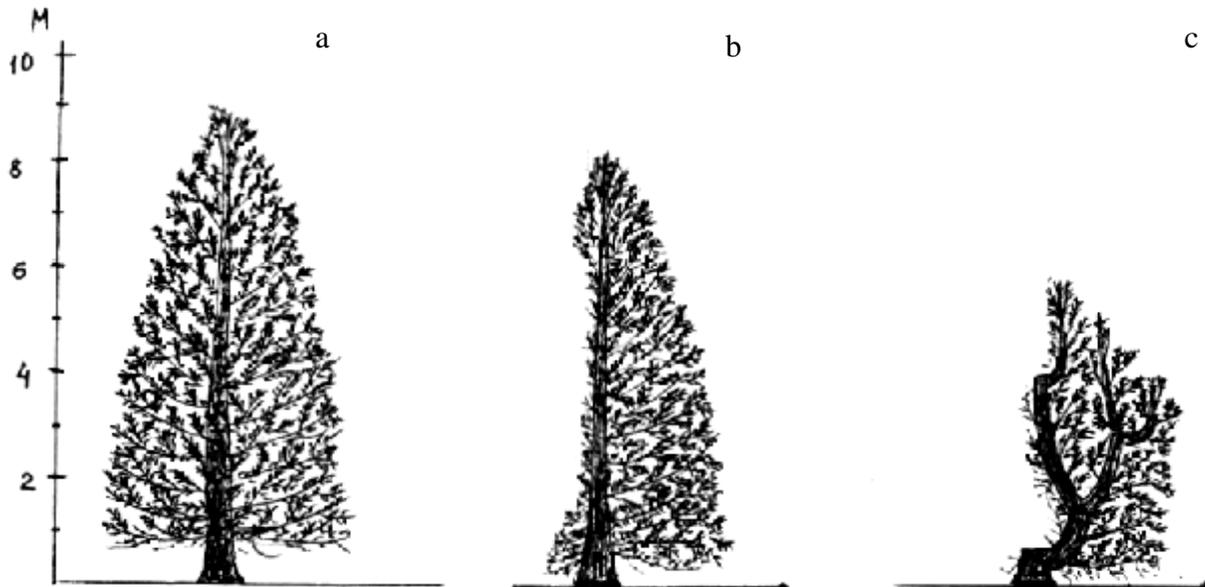


Рис. 7. Форма кроны деревьев кедра в лесотундровом экотоне: а – одноствольное дерево с симметричной кроной; б – одноствольное с флагообразной крой, с – Многовершинное

В лесотундровом экотоне, также как и на молодой морене ледника Малый Актру (Тимошок и др., 2003) и в плотных группах и при одиночном произрастании кедра представлены «гнезда» и биогруппы. «Гнезда» — одновозрастные группы близко расположенных деревьев, сохранившиеся из посадок кедровой орешков кедра в одно место (рис. 8а), биогруппы – разновозрастные группы, появившиеся при росте новых особей вокруг уже имевшихся (рис. 8б). Нами были встречены «гнезда» из 2-х, 3-х и 4-х особей, биогруппы из 3-х, 4-х и 5 особей.

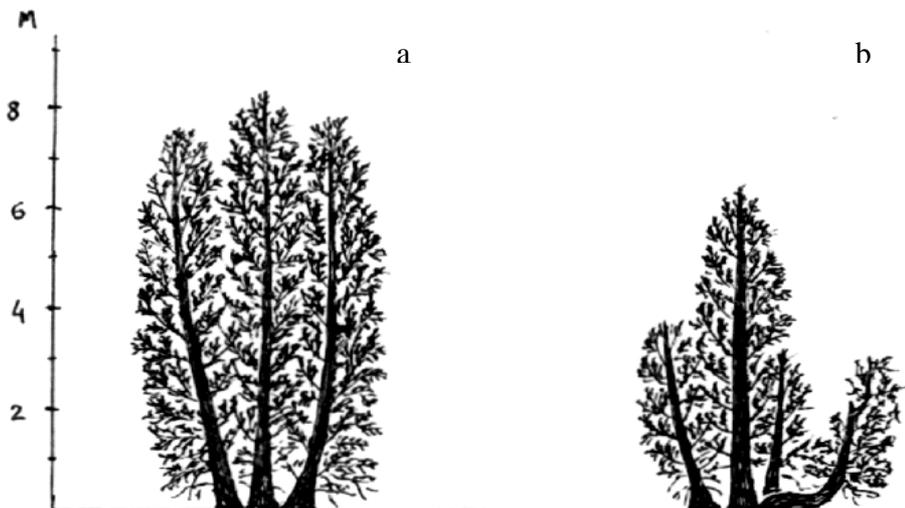


Рис. 8. «Гнезда» (а) и биогруппы (б) деревьев кедра в лесотундровом экотоне

Преобладание одноствольных деревьев выражено и в плотных группах (кроме ПП25) и у одиночно растущих деревьев (рис. 9).

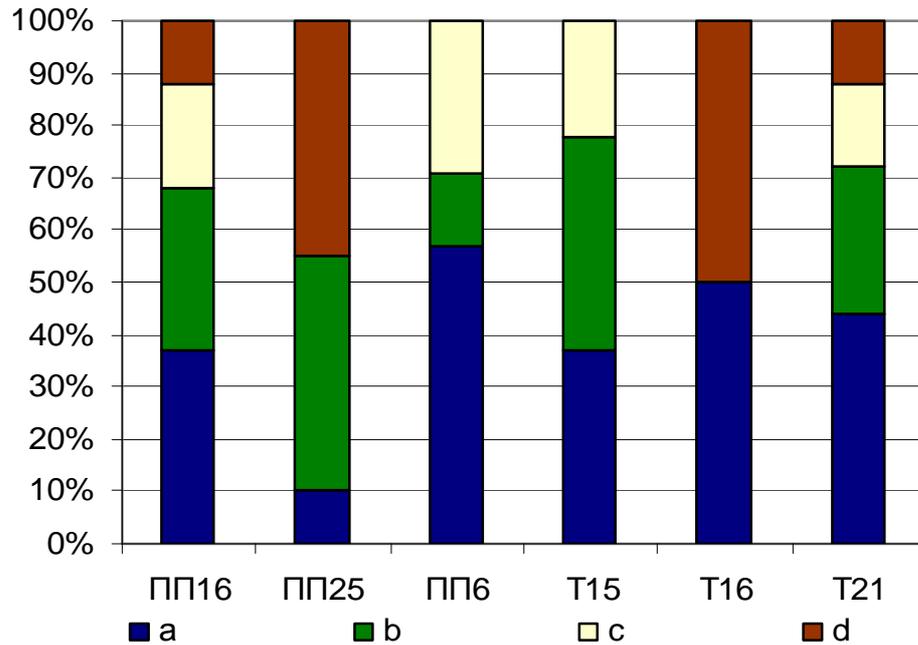


Рис. 9. Соотношение различных форм крон кедра сибирского в группах и при одиночном произрастании деревьев. Условные обозначения: а – одноствольные деревья с симметричной и флагообразной кроной, а также многовершинные; b – «гнезда»; c – биогруппы; d – многоствольные деревья.

В плотных группах преобладание одноствольных деревьев кедра особенно выражено на ПП16 и ПП26, где они составляют 37 – 57% соответственно. На ПП16 из 37% одноствольных – 22% имеют симметричную крону, на ПП26 из 57% – 21%. Однако здесь также отмечены гнезда (31 – 14%) и биогруппы (20 – 29%). На ПП25 одноствольные составляют лишь 10%, тогда как на гнезда и многоствольные деревья приходится по 45% на каждую группу. Одноствольные деревья на трансектах имеют преимущественно флагообразную крону и большое количество отмерших приростов. На Т15 из 37% одноствольных деревьев с симметричной кроной лишь 9%, на Т16 из 50% – не встречено ни одного дерева с симметричной кроной, а на Т21 из 44% – 16% имеют симметричную крону. Малая доля одноствольных деревьев с симметричной кроной у одиночно растущих деревьев объясняется их незащищенностью от сильных холодных ветров, дующих с ледников.

Форма кроны не связана с возрастным состоянием. И для виргинильных и для молодых генеративных деревьев характерны все описанные выше варианты формы кроны.

ВЫВОДЫ

В лесотундровом экотоне в плотных группах кедра средний возраст деревьев составляет от 70 до 89 лет; деревья, растущие одиночно или в небольших группах моложе их средний возраст 46 - 50 лет.

Выявлены значительные отличия в онтогенетических спектрах плотных групп и одиночно растущих деревьев. В первых – при значительном участии или преобладании виргинильных деревьев отмечено высокое участие молодых генеративных особей, для вторых – характерно абсолютное преобладание деревьев кедра в виргинильном состоянии.

Литература

- Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1969, - 274с.
- Воробьев В.Н., Нарожный Ю.К., Тимошок Е.Е. Росновский И.Н., Давыдов В.В., Бочаров А.Ю., Пац Е.Н., Хуторной О.В., Бокша С.В., Кособуцкая Е.Н. Эколого-биологические исследования в верховьях р. Актру в Горном Алтае // Вестник Том. гос. ун-та.- Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2001. - № 272. - С 55-61.
- Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Верхняя граница леса в горах бореальной зоны СССР и ее динамика // Высокогорная геоэкология. М.: Наука, 1976, - С. 52-55.
- Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. - 208с.
- Крылов А.Г., Речан С.П. Типы кедровых и лиственничных лесов Горного Алтая. – М.: Наука, 1967. - 223с.
- Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Козакова Н.Ф. Кедр. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. - 216 с.
- Крылов П.Н. Фито-статистический очерк альпийской области Алтая. Тр. Том. отд. Русского Ботанич. Об-ва, т. III, в. 1-2, 1931.
- Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Изд-во Сиб. Отд-ния АН СССР. Новосибирск, 1960. - 450с.
- Николаева С.А. Начальные этапы онтогенеза *Pinus sibirica* в условиях средней тайги // Бот. журн. 2002. т. 87. №3. - С. 62-71.
- Ниценко А.А. К вопросу о границах растительных ассоциаций в природе. – Ботан. журн., 1948, т. 33, № 5, С. 487-495.
- Работнов Т. А. Вопросы изучения состава ценопопуляций для целей фитоценологии //Проблемы ботаники. 1950. Вып. 1. - С. 482-485.
- Тимошок Е.Е, Николаева С.Н., Савчук Д.А., Лазарев А.В. Структура ценопопуляций кедра сибирского на моренном комплексе малой ледниковой эпохи ледника малый Актру (Центральный Алтай, Северо-Чуйский хребет) // Проблемы кедра. 2003. № 7. - С. 182-188.
- Шиятов С.Г., Терентьев М.М., Фомин В.В. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на полярном Урале // Экология. 2005. № 2. - С. 83-90.
- Körner Ch. Alpine Plant Life. Berlin, Heidelberg: Springer – Verlag, 1999. - 343p.

**AGE PECULIARITIES AND ONTOGENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS
IN SIBERIAN STONE PINE (PINUS SIBIRICA DU TOUR) AT THE FOREST-TUNDRA
ECOTONE IN THE SEVERO-CHUISKY RANGE (CENTRAL ALTAI)**

Smelyantseva E.O., Timoshok E.E.

Age peculiarities and ontogenetic structure of populations in Siberian stone Pine at the forest-tundra ecotone are described. The mean tree age is 1, 5 times higher in the dense tree group than in the individual trees. The virginal and young generative trees prevail in the dense tree group. Individual trees are much more virginal.