

Литература

1. Аржанова В.С., Елпатьевский П.В. Геохимия ландшафтов и техногенез. – М.: Наука, 1990. – 196 с.
2. Елпатьевский П.В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах. – М.: Наука, 1993. – 253 с.
3. Игнатова Н.К. Методы геохимического мониторинга в популяционной экологии // Геохимия техногенеза: мат-лы 2-го Всесоюз. сов. – Минск, 1991. – С. 103–105.
4. Игнатова Н.К. Влияние техногенного пресса на население мышевидных грызунов в Сихотэ-Алине: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1998. – 24 с.
5. Игнатова Н.К., Христофорова Н.К. Морфофункциональные изменения в организме мелких млекопитающих в условиях техногенного пресса // Изв. АН. Серия биологическая. – 2003. – №3. – С. 345–350.
6. Фролов А.К., Горышина Т.К. Особенности фотосинтетического аппарата некоторых древесных пород в городских условиях // Ботан. журн. – 1982. – Т. 67. – № 5. – С. 599–609
7. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
8. Якименко Л.В., Картавцева И.В., Коробицина К.В. Генетические нарушения у мышевидных грызунов в зоне техногенного загрязнения // Генетика. – 1994. – Т. 30. – С. 189.



УДК 574.42+630*182.21

А.С. Шушпанов, В.В. Кузьмичёв

ПРОГНОЗ СУКЦЕССИЙ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ И КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА

По материалам разных лет учета древостоев в Государственном природном заповеднике «Столбы» выявлено уменьшение площадей с преобладанием лиственницы и расширение площади насаждений с участием кедра в составе древостоев и в подросте.

Установлено, что дальнейшее расширение площадей с преобладанием кедра будет зависеть от увеличения количества осадков. В ближайшие 80–100 лет в древостоях лиственницы получат преобладание другие породы.

Ключевые слова: сукцессии, лиственничные и кедровые леса, преобладание пород, подрост, приуроченность к элементам рельефа.

A.S. Shushpanov, V.V. Kuzmichev,

THE VEGETATIONAL FLUCTUATION FORECAST IN LARCH AND CEDAR EAST SAYAN WOODS

The reduction of the areas with larch prevalence and the plantings area expansion with cedar participation as the forest stands part and in the undergrowth based on the different year materials of the forest stands recording in the National Reserve "Stolby" are revealed.

It is established that further expansion of the areas with the cedar prevalence will depend on precipitation amount increase. In the next 80–100 years other sorts will receive prevalence in the larch forest stands.

Key words: vegetational fluctuation, larch and cedar woods, sort prevalence, undergrowth, relief elements relation.

Введение. Поскольку кедр в нашей стране считается одной из ценных древесных пород, а лиственница преобладает по площади в лесном фонде, то понятен большой интерес, проявляемый к изучению их динамики и перспектив дальнейшего распространения. Кедр считался в недавнем прошлом вымирающим видом, так как отсутствовали кедровники в возрасте до 100 лет. Однако последующие исследования показали, что его возобновление протекает под пологом лиственных пород, и лишь после ста лет он начинает получать преобладание в древостоях. Такие смешанные сообщества, где молодое поколение кедра в будущем способно обеспечить формирование продуктивных древостоев, но пока находится в подчиненном положении, получили название потенциальных кедровников [1]. Ареал кедра испытывает разносторонние изменения, когда в одних районах его площадь сокращается, а в других – увеличивается.

Кедровые леса можно разделить на смешанные и сложные темнохвойно-кедровые насаждения и чистые кедровники. В древостоях первой группы кедр периодически утрачивает господство, и преобладание в составе переходит к пихте и ели. В то же время на них сказывается процесс хозяйственного освоения южной тайги, в результате чего южная граница распространения кедра отступила на 30–50 км на север [2]. Площадь чистых кедровников сокращается в результате пожаров и незаконных рубок. Одновременно наблюдается расширение площадей с преобладанием кедра за счет потенциальных кедровников.

Для лиственницы же большинство исследователей отмечает сокращение области распространения, лишь в некоторых местах она заселяет новые площади. Проблему устойчивости лиственничной формации в горах Алтая изучала С.П. Речан [3]. По ее данным, лиственница сибирская вытесняется темнохвойными породами, в первую очередь кедром, из оптимальных лесорастительных условий. В различных частях Алтая процессы сокращения ареала лиственницы находятся в разных стадиях. Если в северо-восточном Алтае этот процесс почти закончен, а в западном темнохвойные породы занимают большую часть лесного пояса, то в центральном лиственница сибирская господствует в лесостепном поясе и на осветленных склонах лесного пояса, принимает участие в сложении древостоев на северных склонах (зеленомошные леса). Наиболее устойчива лиственничная формация в юго-восточном Алтае, где суровый климат снижает конкурентоспособность темнохвойных пород, но не препятствует широкому расселению лиственницы.

Анализ ареалов лиственничной формации и темнохвойных пород позволяет говорить о заметном вытеснении лиственницы кедром, елью и пихтой из ранее занимаемых ею местообитаний, особенно усилившемся в последние 300–500 лет, что хорошо согласуется с выводами об изменении климата в сторону его потепления и увеличения влажности [3].

В свою очередь, высокая требовательность к условиям освещения не дает ей возможности конкурировать с другими породами в южных районах, где для них имеются приемлемые климатические и почвенные условия. Вполне очевидно, что на южной границе распространения вида лиственница сибирская наиболее подвержена влиянию глобального потепления климата. Поэтому при изменении климата лиственница на части своего ареала может смениться елью и пихтой, а в ряде случаев – и сосной [4].

Для экотона лес-степь на юге Средней Сибири отмечается снижение доли участия лиственницы сибирской в лесном фонде из-за ослабления естественного возобновления [5]. Оно происходит, по его мнению, в результате ухудшения посевных качеств семян лиственницы сибирской.

Ряд авторов отмечают сокращение площади лиственничников с распадом ареала на отдельные массивы и изреживанием естественных насаждений. Сужение экологической локализации вида происходит потому, что лиственница сибирская является слабым лесообразователем и прочно занимает лишь те экологические ниши, которые не отвечают требованиям темнохвойных пород [6].

В данной статье проведен анализ распространения кедровых и лиственничных насаждений на территории заповедника «Столбы». Он является одним из старейших в стране. Специфика его связана с отсутствием выраженного пояса кедровников, который занимает в Восточном Саяне высоты от 700 до 1500 м н.у.м., и широкой представленностью сосново-лиственничного подтаежно-лесостепного пояса, распространенного на меньших высотах [7].

Цели работы заключались в анализе распределения кедровых и лиственничных насаждений в пространстве (по элементам рельефа) и времени (направления сукцессий).

Задачи:

- привязка карт к единой проекции системы координат;
- создание цифровой карты заповедника 1958 года;
- анализ основных характеристик рельефа на основе цифровой модели;
- сравнение и анализ данных, полученных на основе планов инвентаризации 1958 и 2007 годов, для уточнения характера сукцессий.

Материалы и методы. Для достижения поставленных целей в работе использовались:

- планы лесоинвентаризации ГПЗ «Столбы» 1958 (аналоговые карты) и 2007 гг. (файл векторного покрытия в формате .shp), (масштаба 1:25000);
- трехмерная модель рельефа Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

Анализ ландшафтной приуроченности насаждений основан на материалах лесоинвентаризации и цифровой модели рельефа (ЦМР). Основой для трехмерного анализа явилась ЦМР [8], представляющая матрицу значений высот с 3-секундным разрешением по широте и долготе.

Предварительно к векторной форме был приведен план лесоинвентаризации 1958 года. В программном пакете ARCGIS была произведена географическая привязка планов к единой проекции системы координат (WGS_1984_UTM_Zone_46N). Привязка карты осуществлялась по квартальной сети, руслам рек и географически значимым объектам согласно ЦМР. Основой служили векторные планы лесонасаждений по-

следней инвентаризации (2007 г.). Географическая привязка осуществлялась методом сплайсинга. По всей территории заповедника было выбрано около 500 реперных (опорных) точек, необходимых для привязки планов к ЦМР.

Для территории всего заповедника получены основные характеристики рельефа (экспозиция, крутизна склонов и высота над уровнем моря). Экспозиция рассчитывалась с шагом в 45° : северная ($338^\circ-23^\circ$), северо-восточная ($23^\circ-68^\circ$), восточная ($68^\circ-113^\circ$), юго-восточная ($113^\circ-158^\circ$), южная ($158^\circ-293^\circ$) и северо-западная ($293^\circ-338^\circ$). Шаг градации по крутизне склонов составил 2° (от 0° до 40°). Данные для высоты над уровнем моря рассчитывались с шагом 50 м. В связи с неравномерным распределением упомянутых категорий элементов рельефа (т.е. территории с определенной экспозицией, крутизной и высотой), при анализе применялась процедура нормировки данных. Нормировка заключалась в соотношении площадей выделов для данной категории (интервалы крутизны, высоты или экспозиции) со значением всей области данной категории на территории ГПЗ.

Результаты и обсуждение. С использованием плана лесонасаждений и таксационных описаний 2007 года была составлена схема распространения древостоев с преобладанием лиственницы, ее участием в составе и с наличием лиственницы в подросте (рис. 1). Анализ полученной картосхемы показал, что лиственница как преобладающая порода занимает около 3 тыс. га и приурочена к периферии заповедника. На обширной площади заповедника (около 29 тыс. га) лиственница участвует в составе насаждений, но при этом слабо представлена в районе максимальных высот, южных и юго-западных склонов горного массива заповедника. Лиственница в подросте на «Столбах» встречается только на территории, примыкающей к г. Красноярску, то есть там, где происходит нарушение почвенного покрова. Сравнение материалов разных лет инвентаризации (1958–2007 гг.) показало, что сокращение площадей лиственничников как раз и происходило в центральной и периферийной частях заповедника.

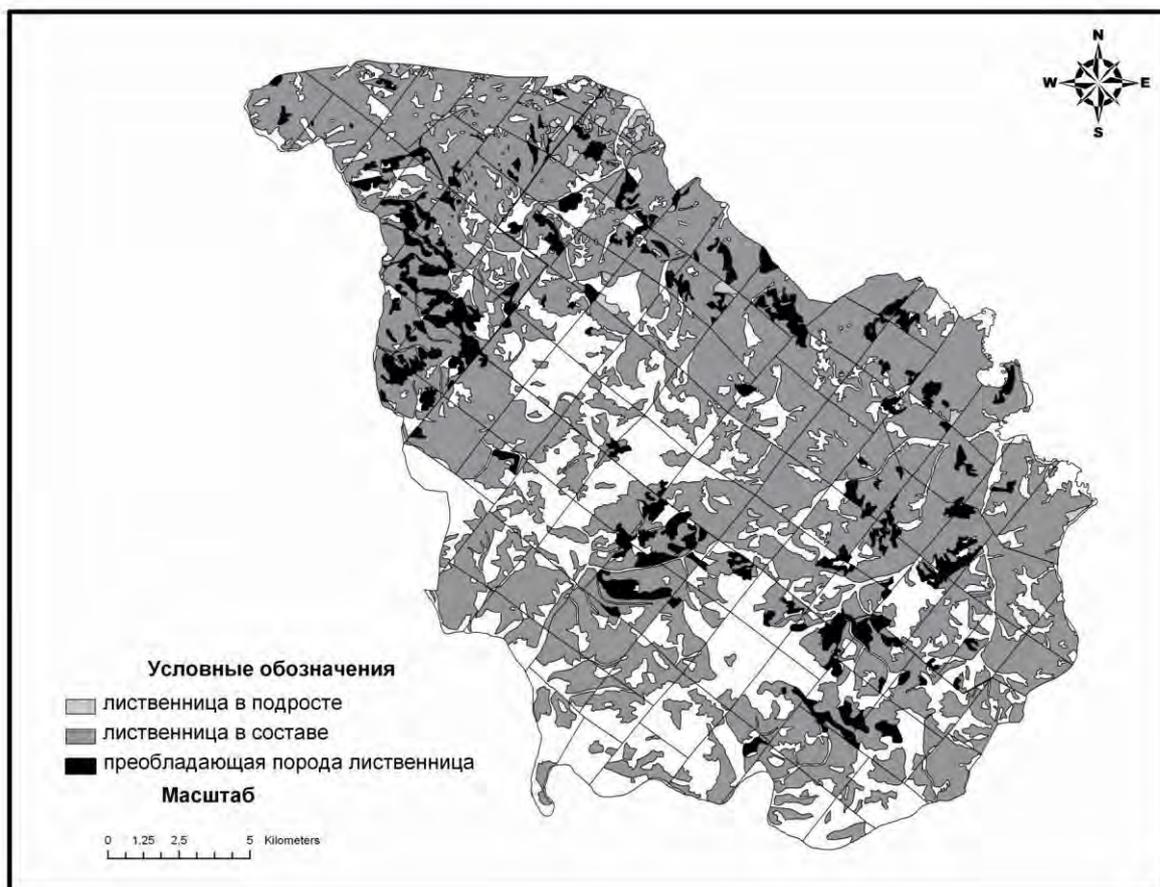


Рис. 1. Распределение лиственничных насаждений в заповеднике «Столбы»

В то же время смешанный состав древостоев не позволяет проследить динамику отдельных выделов с преобладанием конкретных пород (в отдельные годы границы выделов значительно различаются по конфигурации).

Распространение кедра с разной представленностью в составе древостоев и подросте показано на рисунке 2. Выделы с участием кедра как преобладающей породы приурочены к водоразделу в диапазоне максимальных высот. Кедр, участвующий в составе древостоев, занимает центральную часть горного массива заповедника. Кедровый подрост встречается в основном в юго-западной части заповедника.

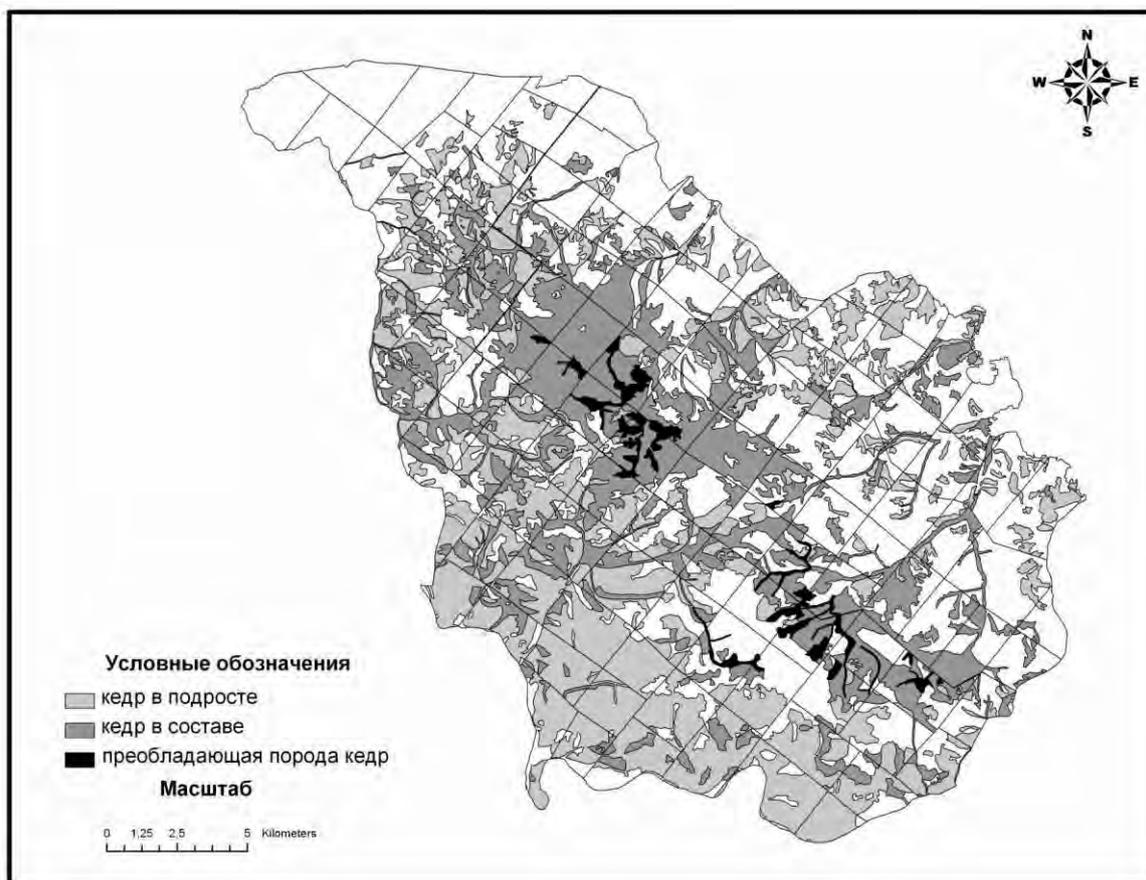


Рис. 2. Распределение кедровых насаждений в заповеднике «Столбы»

В таблице показано сравнение площадей, занятых лиственницей и кедром (с различной представленностью в насаждениях).

Сравнение представленности лиственницы и кедра в лесном фонде заповедника «Столбы» (2007 г.)

Представленность	Лиственница, тыс. га, %	Кедр, тыс. га, %
Преобладающая порода	2,9 (9)	0,7 (3)
Порода в составе	28,9 (90)	11,1 (44)
Порода в подросте	0,4 (1)	13,2 (53)
Всего	32,3 (100)	25,0 (100)

Лиственница в различных проявлениях встречается на 68 % общей территории заповедника. Низкая встречаемость лиственницы в подросте говорит о снижении вероятности ее восстановления в заповеднике. Но при этом сохраняется большая доля территории с лиственницей в составе древостоев. При сравнении полученных данных с результатами анализа лесоинвентаризации 1958 года наблюдается снижение общей площади с лиственницей в роли преобладающей породы, что, вероятнее всего, связано с разрушением ста-

ровозрастных лиственничников. Следует отметить, что средний возраст древостоев с преобладанием лиственницы составляет 200 лет, а 86% их площади занято древостоями в возрасте от 170 до 250 лет.

Согласно инвентаризации 1958 года, общая площадь выделов с преобладающей породой лиственницей составила около 4,2 тыс. га. В 2007 году на данных выделах лиственница осталась преобладающей породой на 21 % территории, столько же таксировалось как пихтарники, 40% – как сосняки, 8% – как осинники, 6% – как ельники. При этом произошло снижение общей площади лиственничников на территории заповедника до 2,9 тыс. га. Половина сосняков на месте бывших лиственничников имела возраст до 150 лет, из чего можно сделать вывод о том, что происходил более интенсивный рост сосновых насаждений на данных выделах, что привело к смене преобладания пород. Около трети пихтарников на площадях с преобладанием лиственницы в 1958 году к 2007 году были в возрасте до 120 лет. Вероятно, из-за более интенсивного роста пихтовых насаждений на данных выделах также произошла смена пород.

В 1948 году общая площадь насаждений с участием кедра в составе древостоев и подросте составляла 28% всей площади лесов заповедника [9]. По данным инвентаризации 2007 года, кедр в различных проявлениях встречается на 53 % общей территории заповедника. Преобладание кедра в составе древостоев отмечается лишь на площади 0,7 тыс. га, в то время как он участвует в составе на площади еще 11,1 тыс. га, а только подрост встречается на 13,2 тыс. га. Таким образом, потенциальные кедровники представлены в заповеднике на значительных площадях.

Границы распространения насаждений с участием кедра более или менее совпадают с горизонталью 600 м н. у.м., занимая центральную часть заповедника. Это район водораздельных высот и верховий нескольких речных систем – Базаихи, Маны и Б. Слизневой. С этих центральных высот кедр спускается в нижний пояс только по долинам некоторых рек, главным образом, северного и северо-восточного направлений, а также островками приурочен к отдельным горным хребтам на высоте от 600 м и выше н. у.м. В составе 1-го яруса кедр участвует в примеси до 30% состава, а в кедровниках представлен от 40 до 70%.

Общая площадь кедровых древостоев в 1958 году составляла 0,8 тыс. га. В 2007 году основная площадь данных выделов была занята пихтой (58 %), по 8,5 % сосна и ель, только на 23 % сохранились кедровые древостои.

Результаты анализа распределения этих пород по элементам рельефа приведены на рисунке 3.

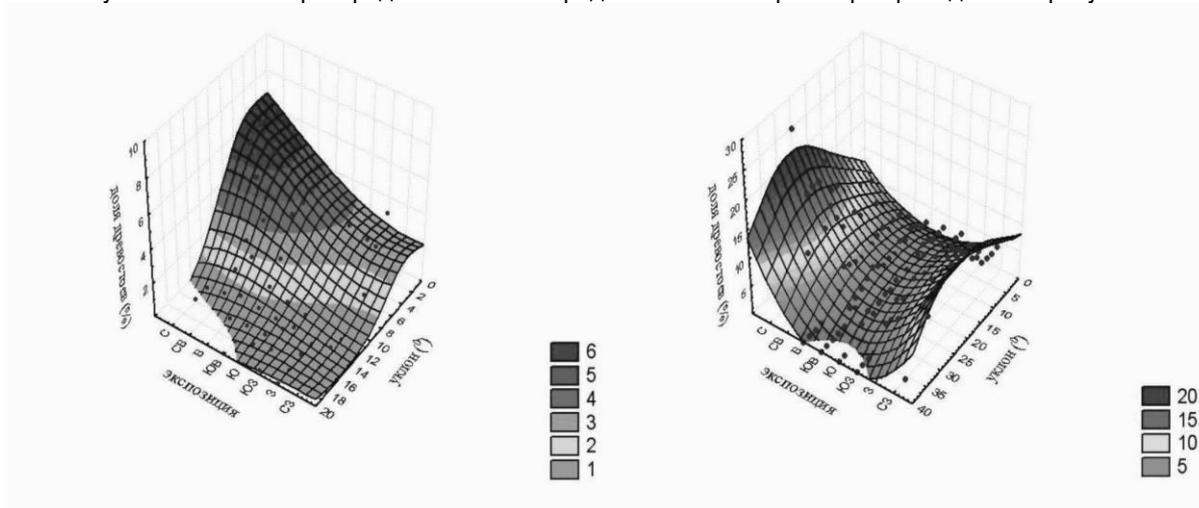


Рис. 3. Распределение древостоев по элементам рельефа (экспозиция, уклон); кедр (слева), лиственница (справа)

Выдела с преобладанием кедра на территории заповедника встречаются, начиная с 400 м н. у.м., и приурочены к руслам некоторых рек. Основная часть кедровых насаждений произрастает в диапазоне высот от 550 до 700 м н. у.м. Они предпочитают теневые пологие (0–10°) склоны (северные, северо-восточные и восточные экспозиции). Лиственничники более представлены на теневых склонах средней крутизны (10–20°) и в меньшей степени произрастают на склонах световых экспозиций (в диапазоне высот от 300 до 700 м н. у.м.). В районе максимальных высот заповедника (свыше 700 м н. у.м.) лиственница встречается на всех экспозициях, здесь лиственничные выдела преобладают на пологих склонах.

Заключение. Сравнение распространения кедра в пределах территории заповедника показало, что он участвует в составе древостоев на площади, в 16 раз больше той, на которой преобладает в составе.

Подрост кедр занимает в 19 раз большую площадь, чем древостой с его преобладанием. По сравнению с учетом 1948 года площадь, занятая подростом кедра, заметно увеличилась. Дальнейшее расширение площадей с преобладанием кедра будет зависеть от увеличения количества осадков, поскольку именно они ограничивают его распространение.

Продолжается сокращение площадей занятых лиственницей, причем практическое отсутствие подроста предопределяет ее вытеснение другими породами – сосной и пихтой. В настоящее время она более всего участвует как примесь в составе других древостоев (на площади, в 10 раз больше той, на которой она преобладает в составе). В ближайшие 80–100 лет в древостоях лиственницы получат преобладание другие породы.

Кедровники произрастают в диапазоне высот от 550 до 700 м н. у.м., спускаясь до 400 м по руслам некоторых рек. Они предпочитают теневые пологие (0–10°) склоны (северные, северо-восточные и восточные экспозиции). Лиственничники более представлены на теневых склонах средней крутизны (10–20°) в диапазоне высот от 300 до 700 м н. у.м. В районе максимальных высот заповедника (свыше 700 м н. у.м.) лиственница встречается на всех экспозициях, здесь лиственничные выдела преобладают на пологих склонах.

Литература

1. Бех И.А., Воробьев В.Н. Потенциальные кедровники / РАН. Сиб. отделение // Проблемы кедра. – Вып. 6. – Томск, 1998. – 122 с.
2. Бех И.А.; Кривец С.А., Бисирова Э.М. Кедр – жемчужина Сибири / Учреждение Рос. акад. наук, Ин-т мониторинга климат. и экол. систем СО РАН, Департамент природ. ресурсов и охраны окружающей среды Том. обл., ТРОО "Центр экол. политики и информ." – Томск: Печатная мануфактура, 2009. – 49 с.
3. Речан С.П. Устойчивость лиственничной формации на Алтае // Изв. СО АН СССР. Серия биолого-медицинских наук. Вып. 1. – Новосибирск, 1965. – № 4. – С. 15–22.
4. Второе национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 рамочной конвенции Организации Объединенных наций об изменении климата. – М.: Межведомственная комиссия РФ по проблемам изменения климата, 1998. – 119 с.
5. Миронов А.Г. Динамика лесных экосистем юга Средней Сибири в условиях изменяющегося климата и активизации биотического воздействия: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2007. – 18 с.
6. Ключников М.В., Парамонов Е.Г. Лесоводственная характеристика лиственничных лесов на юге Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – №1–2. – С.51–58.
7. Кедровые леса Сибири / И.В. Семечкин [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 257 с.
8. National Geophysical Data Center. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
9. Ширская М.Н. Материалы по естественному возобновлению кедра сибирского в среднем горном поясе Восточных Саян // Тр. гос. заповедника «Столбы». – Вып. 2. – Красноярск: Краснояр. кн. изд-во, 1958. – С. 101–151.

