

ISSN 0869-8619

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Сибирский
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
Журнал

Том V
1' 1998

Издательство СО РАН

Новосибирск

Методические основы организации системы дендроклиматического мониторинга в лесах азиатской части России

С. Г. ШИЯТОВ, Е. А. ВАГАНОВ

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок*

АННОТАЦИЯ

Обосновывается необходимость создания в лесах Урала, Сибири и Дальнего Востока информационной системы дендроклиматического мониторинга как составной части комплексного экологического мониторинга. Предлагается концепция дендроклиматического мониторинга, включающая выбор объектов и организацию сети базовых, региональных и локальных тест-полигонов и мониторинговых участков. Определены первоочередные задачи, связанные с организацией дендроклиматического мониторинга.

Ключевые слова: дендроклиматический мониторинг, сеть тест-полигонов, мониторинговый участок, древесные растения.

ВВЕДЕНИЕ

В создаваемой на территории России системе комплексного экологического мониторинга [1] необходим дендроклиматический мониторинг, цель которого — слежение за климатически обусловленной изменчивостью различных показателей годичного прироста древесных растений, плотности, химического состава и клеточной структуры древесины. Древесные растения являются лучшими естественными мониторами благодаря способности образовывать годичные слои прироста, долголетию и повсеместному распространению в пределах зон субарктического и умеренного климата. Кроме того, на изменчивость прироста деревьев большое влияние оказывают климатические факторы, что дает возможность на основе однократного обследования деревьев получать непрерывные, точные и длительные ряды наблюдений за изменчивостью климата. Такая информация важна для моделирования динамики лесных экосистем и других компонентов биосферы.

Организация системы дендроклиматического мониторинга особенно важна на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, где сосредоточены основные площади лесов России и велико влияние климатических факторов на состав, структуру и продуктивность лесных экосистем [2].

В годичных слоях древесины содержится климатическая информация, расшифровка которой позволяет выявлять сезонные, погодичные и многолетние закономерности изменений климата за интервалы времени, намного превышающие длительность метеорологических наблюдений. На основе анализа изменчивости прироста у деревьев в большинстве лесных регионов можно произвести реконструкцию отдельных элементов климата за последние 200–500 лет, а при использовании древесины давно срубленных и отмерших деревьев, обнаруженных в культурном слое или в голоценовых отложениях, — за последние 10 000–14 000 лет.

При использовании метода древесно-кольцевого анализа можно производить реконструкцию многих важных климатических и гидрологических характеристик, основными из которых являются:

1. Температура воздуха в различные сезоны и за год.
2. Количество осадков в различные сезоны и за год.
3. Аномалии атмосферного давления.
4. Повторяемость и интенсивность засух.
5. Колебания уровней озер, сток рек.

6. Повторяемость заморозков в течение вегетационного периода и сильных морозов в зимнее время.

7. Изменчивость гидротермических коэффициентов.

Следует отметить, что без организации системы дендроклиматического мониторинга невозможно проведение других видов дендрохронологического мониторинга. Не оценив роль климатических факторов в изменении прироста деревьев, нельзя правильно оценить влияние на прирост и состояние лесных экосистем самых разнообразных антропогенных, биологических и катастрофических факторов (техногенного загрязнения, мелиорации лесов, лесных пожаров, массового размножения насекомых-вредителей и др.) [3].

Основными задачами дендроклиматического мониторинга являются:

1. Ретроспективная оценка климатически обусловленных изменений годовичного прироста древесных растений, плотности и химического состава древесины, клеточной структуры слоев прироста древесины.

2. Выявление связей между различными пока-

зателями прироста, плотности, состава и структуры древесины и климатическими факторами. Построение математико-статистических и имитационных моделей сезонного и годовичного роста деревьев.

3. Реконструкция изменений климата в прошлом.

4. Оценка современных трендов в изменчивости прироста деревьев, климатических условий и прогноз их возможных изменений.

5. Дендроклиматическое районирование территорий.

Необходимо отметить, что целостной и завершенной концепции организации дендроклиматического мониторинга не существует. Разработаны лишь отдельные фрагменты этой системы. В частности, многие районы Северной Америки и Западной Европы покрыты густой сетью дендроклиматических станций, которые с успехом могут быть использованы для целей мониторинга [4]. Достаточно хорошо разработаны методы сбора, получения и анализа древесно-кольцевой информации при проведении пространственно-временных реконструкций различных климатических характеристик [5, 6].

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Важнейшим принципом, которым следует руководствоваться при проведении дендроклиматических работ, является отбор таких районов и местообитаний, для которых можно получить древесно-кольцевые хронологии, содержащие выраженный "климатический сигнал". Обычно такой "сигнал" обнаруживается у деревьев, произрастающих в пессимальных местообитаниях (границы географического и экологического ареалов древесных растений). Для таких районов и местообитаний характерна тесная связь между величиной прироста древесины и лимитирующими прирост климатическими факторами (коэффициент корреляции достигает 0,6–0,8, а коэффициент синхронности — 80–90 %). Наличие таких связей позволяет производить не только качественную, но и количественную реконструкцию климатических условий далекого прошлого. Горные районы, для которых характерно большое разнообразие типов условий местообитания, более пригодны для проведения дендроклиматических реконструкций по сравнению с равнинными. Древесно-кольцевые хронологии, содержащие наиболее сильный "климатический сигнал", получены с деревьев, произрастающих на полярной, южной, верхней и нижней границах распространения древесной растительности [7, 8].

Для целей дендроклиматического мониторинга лучше использовать древесину хвойных видов, которые имеют хорошо различимые годовичные слои прироста, долговечны, способны произрастать в крайне неблагоприятных условиях среды, а их прирост четко реагирует на изменение климатических условий. Из хвойных видов, произрастающих на территории азиатской части России, наиболее пригодны представители рода *Larix* благодаря наличию таких эколого-биологических свойств, как светолюбие, наличие однолетней хвои, способность произрастать в резко континентальном климате и на многолетнемерзлых грунтах, устойчивость к пожарам. При организации дендроклиматического мониторинга рекомендуется использовать следующие виды: *Larix sibirica* Ldb., *L. Gmelini* Pilger, *L. Cajanderi* Mayr, *L. kurilensis* Mayr, *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* (Rupr.) Mayr, *P. koraiensis* Sieb. et Zucc., *P. pumila* (Pall.) Rgl., *Picea obovata* Ldb., *P. koraiensis* Nakai, *Abies sibirica* Ldb., *A. nephrolepis* Maxim. Большинство из них имеет очень обширные ареалы, что намного облегчает получение сравнительной климатической информации. Из лиственных видов могут быть использованы представители родов *Quercus* (*Q. robur* L.,

Q. mongolica Fisch.), *Ulmus* (*U. laevis* Pall., *U. scabra* Mill.), рода *Betula* (*B. ermani* Cham., *B. pendula* Roth., *B. pubescens* Ehrh., *B. platyphylla* Sukacz.), а также *Tilia cordata* Mill., *Tilia amurensis* Rupr., *Populus tremula* L., *Populus suaveolens* Fisch., *Salix alba* L. и др.

При проведении дендроклиматических исследований лучше использовать редкостойные древостой и отдельно растущие деревья, на прирост которых такой важный фактор, как конкуренция за свет и питательные вещества, оказывает меньшее влияние по сравнению с сомкнутыми древостоями. При закладке мониторинговых участков предпочтение следует отдавать одновозрастным древостоям. В пределах древостоя наиболее сильный "климатический сигнал" содержится у господствующих деревьев. Не годятся для целей дендроклиматического мониторинга угнетенные и поврежденные деревья. Особое внимание следует обращать на то, чтобы в течение своей жизни дерево не подвергалось воздействию антропогенных и катастрофических (пожары, насекомые-вредители, извержения вулканов и др.) факторов. Если же этого избежать не удастся, то необходимо изучить влияние этих факторов на прирост деревьев, что даст возможность исключить их при построении обобщенной дендроклиматической хронологии.

Для построения надежной древесно-кольцевой хронологии берутся образцы древесины не менее чем с 15–20 модельных деревьев (с одного вида и одного типа условий местообитания). Поскольку эти деревья в дальнейшем будут использоваться для слежения за изменением прироста, то их следует сохранять. Модельные деревья должны быть различного возраста (старые, средневозрастные, молодые). Для построения одной обобщенной древесно-кольцевой хронологии модельные деревья могут быть отобраны в пределах однородного по условиям местообитания участка (или выдела) или же в пределах нескольких однородных по условиям участков, удаленных друг от друга не более чем на 5–10 км.

С отобранных модельных деревьев необходимо взять радиальные (от подкорового до центрального колец) керны древесины диаметром 4–5 мм при помощи возрастного бура. Образующееся при этом небольшое отверстие в стволе дерева не оказывает отрицательного влияния на жизнеспособность хвойных видов, так как эти отверстия заполняются смолой, предохраняющей дерево от попадания спор грибов и микроорганизмов. Такие отверстия у лиственных видов деревьев могут привести к возникновению ство-

ловой гнили. Поэтому отверстия у них следует замазывать варом, пластилином или забивать пробкой.

Для того чтобы оценить изменчивость радиального прироста древесины по окружности ствола, необходимо с каждого дерева взять керны древесины по двум радиусам, лучше противоположным по направлению. В местах взятия образцов древесины не должно быть сучьев, подсушин, реек и трещин, которые вносят искажения в величину прироста. Буровые образцы (керны) обычно берутся в основании ствола, на высоте от 0,3 до 1,5 м от поверхности земли. Извлеченный из дерева керн помещается в специальный бумажный контейнер, в котором образец удобно транспортировать и высушивать до воздушно-сухого состояния.

Для каждого мониторингового участка делается детальное лесоводственно-геоботаническое описание. Особое внимание следует уделить описанию почвенно-грунтовых условий, истории возникновения и развития данного древостоя. Если на участке имеются следы пожаров или каких-либо других катастрофических воздействий, приведших к сукцессионным сменам, то необходимо взять дополнительные образцы древесины для того, чтобы можно было датировать и оценить эти события. Необходимы также данные, характеризующие размеры, возраст, жизнеспособность и другие специфические особенности каждого модельного дерева. Следует также составить план расположения модельных деревьев на участке, а участок привязать к хорошо заметным местным ориентирам.

Дальнейшая работа с образцами древесины производится в лабораторных условиях. Керны наклеивают на деревянную основу и их торцевую поверхность полируют или зачищают. Годичные кольца просматривают и датируют. При этом годичное кольцо каждого десятилетия (1990, 1980 и т.д.) отмечают одной, каждого пятидесятилетия (1950, 1850 и т.д.) — двумя и каждого столетия (1900, 1800 и т.д.) — тремя точками или уколами. После этого производится измерение ширины годичных колец и ширины поздней древесины с точностью от 0,01 до 0,05 мм. Для определения плотности древесины из керна вырезают пластинки толщиной не более 1 мм и на рентгеновской установке делают снимки, с которых впоследствии при помощи сканирования определяют относительную плотность древесины в пределах каждого годичного слоя прироста. Для измерения размеров клеток в пределах годичных слоев древесины используется анализатор годичных колец древесины.

Когда необходимые показатели прироста измерены, строятся графики изменения этих показателей по годам и с их помощью производится точная датировка годичных слоев прироста, основанная на использовании метода перекрестной датировки [9]. Этот метод позволяет выявлять выпадающие и ложные слои прироста древесины и определять их точное местоположение в пределах календарной шкалы.

Поскольку в рядах изменчивости абсолютных величин прироста деревьев содержатся самые различные неклиматические сигналы (изменение прироста с возрастом, влияние на прирост почвенно-грунтовых условий, соседних деревьев и т. д.), то в дендроклиматологии разработана специальная методика, позволяющая исключать или, по крайней мере, сильно снижать их влияние. Она заключается в подборе для каждой индивидуальной древесно-кольцевой хронологии динамической нормы прироста, которая принимается за 100 %. Затем для каждого календарного года производится вычисление отклонений фактического прироста от нормы. Получается новый стандартизированный ряд значений, называемых индексами прироста. Эти величины, выражаемые в процентах, отражают, в основном, изменение климатических условий от года к году, от периода к периоду [5]. Для вычисления индексов прироста чаще всего используются такие компьютерные программы, как INDEX, INDEXA, TREND и ARSTAN.

На прирост деревьев текущего года оказывают влияние условия произрастания предыдущих лет, особенно предыдущего года. Если это влияние велико (до 30–50 % от общей величины прироста), то возникает необходимость в его исключении. Для этой цели используется процедура, называемая ARMA-моделированием. Это модель авторегрессии — скользящего среднего. ARMA-модель строится для каждого радиуса, а затем полученные на ее основе значения вычитаются из ряда индексов прироста. Остаток представляет собой динамический ряд реакции дерева на климатические факторы.

После этого производится построение усредненных (обобщенных и генерализованных) древесно-кольцевых хронологий из значений индексов прироста, полученных для отдельных радиусов и деревьев. Усреднение индексов прироста производится для каждого календарного года отдельно. Эта процедура позволяет усилить общий «климатический сигнал» и в значительной мере подавить неклиматические сигналы, обусловленные индивидуальными реакциями на воздействие различных факторов.

Так как для получения усредненных древесно-кольцевых хронологий используются образцы древесины, взятые с различных радиусов и частей дерева, а также модельных деревьев, произрастающих в различных микроклиматических и фитоценологических условиях и участках, то на их основе могут быть получены неоднородные по «климатическому сигналу» хронологии. В таблице приведена классификация видов древесно-кольцевых хронологий.

В индивидуальных хронологиях в наибольшей степени выражены сигналы, связанные с различиями в росте различных частей стволов, ветвей и корней, а также с различиями в микроклиматических и фитоценологических условиях существования отдельных деревьев. Их следует использовать в первую очередь для слежения за динамикой конкретного древостоя. При этом анализ абсолютных показателей прироста часто оказывается более полезным по сравнению с анализом относительных (индексов прироста). Индивидуальные хронологии могут быть использованы для слежения за изменением микроклиматических условий, которые определяются неоднородностью почвенно-грунтовых и фитоценологических условий в пределах отдельного участка (выдела).

Для слежения за изменчивостью местного климата (или мезоклимата) наиболее пригодны обобщенные древесно-кольцевые хронологии, так как усреднение индивидуальных хронологий приводит к существенному снижению уровня неклиматических сигналов и усилению общего для данной выборки деревьев сигнала, которым в большинстве случаев является климатический. Для целей дендроклиматического мониторинга наиболее пригодны обобщенные хронологии второго порядка, когда используются модельные деревья, произрастающие на близкорасположенных участках, относящихся к одному типу условий местообитания.

Генерализованные хронологии используются для слежения за макроклиматическими процессами, т.е. за макроклиматом крупных географических районов (областей, провинций, зон). Наиболее обоснована генерализация обобщенных хронологий, которые получены для одного вида дерева и типа условий местообитания и в пределах однородной по климатическим изменениям территории. Прежде чем производить генерализацию, необходимо убедиться в том, что отобранные для усреднения обобщенные хронологии имеют достаточно высокую синхронность и тесные связи между собой, а также несут одинаковый «климатический сигнал»

Уровень организации	Объекты наблюдений	Виды древесно-кольцевых хронологий
Организменный	1. Отдельный ствол, ветвь или корень у одноствольного или многоствольного дерева	1. Индивидуальная хронология (по одному радиусу) 2. Индивидуальная усредненная хронология первого порядка (по двум и более радиусам)
	2. Совокупность стволов, ветвей или корней у отдельного одноствольного или многоствольного дерева	3. Индивидуальная усредненная хронология второго порядка (по двум и более стволам, ветвям или корням)
Популяционный	3. Совокупность деревьев одного вида, произрастающих в пределах однородного по условиям местообитания участка (или выдела)	4. Обобщенная хронология первого порядка
	4. Совокупность деревьев одного вида, произрастающих в одном типе условий местообитания, но на разных участках, удаленных друг от друга не более чем на 10 км	5. Обобщенная хронология второго порядка
Межпопуляционный	5. Совокупность деревьев одного вида, произрастающих в одном типе условий местообитания, но на разных участках, удаленных друг от друга не более чем на 10 км	6. Генерализованная хронология первого порядка
	6. Совокупность деревьев одного вида, произрастающих в различных типах условий местообитания	7. Генерализованная хронология второго порядка
	7. Совокупность деревьев близкородственных и сходных по экологическим свойствам видов, произрастающих как в одном, так и в различных типах условий местообитания	8. Генерализованная хронология третьего порядка

Выявление климатических факторов, лимитирующих прирост деревьев, является важнейшим фактором дендроклиматического мониторинга. В настоящее время широко используются методы многомерной статистики, позволяющие на основе анализа показателей прироста деревьев и различных климатических характеристик создавать математико-статистические модели. Такие модели позволяют производить количественную реконструкцию многих важных климатических показателей. Наиболее часто используются такие методы, как ответные функции (для установления связи между приростом и климатическими факторами), передаточные функции (для калибровки показателей прироста с климатическими характеристиками). Ответные и передаточные функции основаны на использовании анализа собственных векторов и главных компонент, а

также канонической корреляции и регрессии [8]. Вычисление этих показателей производится при помощи различных вариантов программы RESPONSE.

Имитационные модели роста деревьев [10, 11] базируются на физиологических и биофизических механизмах реакции деревьев на факторы среды: температуру, влажность, освещенность. Использование таких моделей позволяет рассчитать не только погодичную изменчивость величины прироста, но и клеточную структуру формирующихся годичных слоев древесины и их денситограммы на базе суточных климатических данных. Модели позволяют рассчитывать не только результаты климатического потепления в сезонном цикле роста, но и возможные механизмы влияния климатических и техногенных факторов и их сочетаний на изменение прироста древесных растений.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Дендроклиматический мониторинг является специализированным разделом мониторинга лесных экосистем. Но если последний осуществляется, в основном, в наиболее благоприятных для роста древесных растений местообитаниях, то первый — в пессимальных.

Для организации дендроклиматического мониторинга необходимо создать на территории Урала, Сибири и Дальнего Востока достаточно густую сеть тест-полигонов, состоящих из отдельных мониторинговых участков слежения за климатически обусловленными изменениями при-

роста деревьев. Здесь одновременно должны решаться задачи локального, регионального и глобального мониторинга. Тест-полигоны можно подразделить на следующие три типа:

1. Базовые тест-полигоны, на которых следят за приростом у возможно большего числа видов древесных растений в самых различных типах условий местообитания, что позволяет извлекать максимально возможную климатическую информацию. Такие полигоны должны характеризовать особенности изменения прироста и климатических условий в пределах крупных климатических территорий (климатических областей и подобластей, по Б. П. Алисову [12]). Базовые тест-полигоны располагаются на расстоянии 500–1000 км друг от друга. Наиболее пригодными территориями для них являются заповедники, национальные парки и другие особо охраняемые территории, на которых запрещена хозяйственная деятельность. На таких полигонах должны быть типичные для данной территории виды деревьев и условия местообитания, в том числе pessимальные. Учитывая то обстоятельство, что наблюдения за приростом будут вестись максимум за тремя видами деревьев, а основных типов местообитания четыре (сухие, свежие, обильно-проточные, заболоченные), то для каждого базового тест-полигона нужно заложить до 12 мониторинговых участков (считая, что на каждом участке наблюдения ведутся за одним видом древесного растения). Для горных территорий число таких участков будет больше, так как они должны закладываться в различных высотных поясах. Желательно, чтобы на базовых тест-полигонах производились и другие виды мониторинга лесных экосистем. Здесь целесообразно проводить наблюдения за сезонным ростом основных лесобразующих видов.

На покрытой лесом территории Урала, Сибири и Дальнего Востока Б. П. Алисов [12] выделяет 13 климатических подобластей и 3 климатические области, которые не разделены на подобласти. Для каждой области и подобласти необходимо организовать как минимум по одному базовому тест-полигону, а для крупных и разнообразных по условиям областей и подобластей — по два полигона. Таким образом, всего необходимо заложить 21 базовый тест-полигон, а на них около 250 мониторинговых участков.

2. Региональные тест-полигоны. Редкая сеть базовых тест-полигонов не дает возможности выявить пространственную изменчивость прироста деревьев и определяющие прирост факторы в от-

дельные годы и периоды. Для решения этой задачи необходима более густая сеть тест-полигонов. Согласно расчетам Ю. А. Израэля [1], для построения достоверных моделей изменения климата необходимо, чтобы метеорологические станции располагались на удалении 100–500 км. Оптимальным будет, вероятно, расстояние 100–300 км. В северных и равнинных районах расстояние между региональными тест-полигонами может составить 200–300 км, а в южных и горных районах — 100–200 км.

Региональные тест-полигоны также должны закладываться на территориях, менее подверженных влиянию хозяйственной деятельности, в местах, где имеется набор типов местообитания, pessимальных для произрастания древесной растительности. В зависимости от района и характера территории на каждом региональном полигоне нужно заложить 4–5 мониторинговых участков. Расчеты показывают, что при заданной густоте сети полигонов (100–300 км) требуется заложить в азиатской части России около 200 полигонов. Если принять, что на каждом полигоне необходимо вести наблюдения за приростом деревьев в среднем на четырех мониторинговых участках, то необходимо заложить 800 таких участков.

3. Локальные тест-полигоны. В дополнение к базовым и региональным необходима закладка локальных тест-полигонов, на которых наблюдения будут вестись на 1–2 мониторинговых участках. Они могут находиться на различном удалении от базовых и региональных полигонов и закладываться лишь в редко встречающихся pessимальных местообитаниях (скальные обнажения по берегам рек, песчаные и вулканические отложения, заболоченные местообитания) и уникальных лесных участках (островки леса в тундре и степи, местонахождения видов древесных растений, удаленных от основного их ареала). Число локальных тест-полигонов трудно определить заранее, оно будет зависеть от необходимости получения дополнительной информации при организации системы дендроклиматического мониторинга и наличия подходящих местообитаний. По видимому, число мониторинговых участков на локальных тест-полигонах на территории азиатской части России должно составить не менее 300.

Таким образом, общее число мониторинговых участков, которое необходимо заложить на территории Урала, Сибири и Дальнего Востока, составит примерно 1350. Если на каждом участке наблюдения будут вестись лишь за одним древесным видом, то необходимо будет построить примерно столько же обобщенных древесно-кольцевых хро-

нологий. Предварительные расчеты показывают, что примерно на 40 % участков наблюдения будут вестись как минимум за двумя видами древесных растений. Это значит, что общее число мониторинговых участков составит около 800. К настоящему времени для азиатской территории России построено около 200 обобщенных древесно-кольцевых хронологий, в основном для районов Урала, Сибирской Субарктики, Прибайкалья и гор Южной Сибири. Для того чтобы охватить остальную территорию сетью тест-полигонов и мониторинговых участков, следует заложить еще около 650 участков и получить примерно 1100 обобщенных древесно-кольцевых хронологий.

В настоящее время работа по закладке мониторинговых участков и построению древесно-кольцевых хронологий осуществляется в основном лабораториями дендрохронологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург) и Института леса СО РАН (г. Красноярск). Основное внимание уделяется субарктическим районам, как наиболее перспективным для реконструкции термического режима и оценки антропогенно-обусловленных трендов в изменчивости климата. В течение 1991–1992 гг. в пределах зоны лесотундры (от Полярного Урала до Чукотского полуострова) был собран материал для построения 90 обобщенных хронологий по различным видам лиственницы, сосне обыкновенной и ели сибирской. С 1992 г. началась закладка тест-полигонов и мониторинговых участков в высокогорных районах Урала. Первоочередными районами для организации системы дендроклиматического мониторинга являются высокогорья Сибири и Дальнего Востока, а также районы, расположенные вдоль южной границы распространения лесов.

Важнейшими задачами дендроклиматического мониторинга являются накопление, хранение и оперативное использование информации, содержащейся в древесно-кольцевых хронологиях. В настоящее время в лабораториях Красноярска и Екатеринбурга начато создание банков данных древесных колец, аналогичных по структуре Международному банку данных древесных колец, находящемуся в г. Боулдер (США). В дальнейшем на ба-

зе региональных банков должен быть создан Дендрохронологический банк России, который войдет в Банк данных экологического мониторинга России.

Для решения задач дендроклиматического мониторинга необходимо создание дополнительных научных подразделений на Дальнем Востоке и в Сибири. В первую очередь важно создать лабораторию или группу дендрохронологии в системе научных учреждений ДВО РАН (во Владивостоке, Хабаровске или Магадане). Учитывая наличие подготовленных специалистов, лабораторию дендрохронологии в настоящее время можно организовать в Иркутском научном центре СО РАН при Институте географии Сибири. Небольшие группы (по 2–3 сотрудника) желательно сформировать в Новосибирске и Якутске при биологических институтах СО РАН.

В дальнейшем, когда будет детально разработана, опробована и отлажена система дендроклиматического мониторинга, осуществление наблюдений можно будет передать региональным экологическим центрам, которые будут осуществлять комплексный экологический мониторинг.

Первоочередными задачами организации информационной системы дендроклиматического мониторинга в лесах азиатской части России являются:

1. Разработка и публикация методического пособия по организации системы дендроклиматического мониторинга.

2. Уточнение сети базовых, региональных и локальных тест-полигонов и разработка поэтапной долговременной программы закладки полигонов и участков, сбора образцов древесины и анализа полученной информации.

3. Разработка положения о Дендрохронологическом банке России и организация региональных банков в Екатеринбурге и Красноярске.

4. Разработка положения о мониторинговых тест-полигонах и участках.

5. Продолжение работ по закладке мониторинговых тест-полигонов и участков в субарктических и высокогорных районах и вдоль южной границы произрастания древесной растительности, получению и анализу обобщенных и генерализованных древесно-кольцевых хронологий.

1. Ю. А. Израэль, Экология и контроль состояния природной среды, М., Гидрометеоиздат, 1984.
2. А. И. Бузыкин, *Лесоведение*, 1988, 2, 3–11.
3. Г. Е. Комин, Там же, 1990, 2, 3–11.
4. М. К. Hughes, Requirements for spatial and temporal coverage: Introduction, L. Kairiukstis et al (eds.), *Methods of Dendrochronology-1*, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, and Polish Academy of Sciences – System Research Institute, Warsaw, Poland, 1987, 107–115.
5. *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences*, E. R. Cook and L. A. Kairiukstis (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1990.
6. H. C. Fritts, Reconstructing large-scale climatic patterns from tree-ring data. A diagnostic analysis. The University of Arizona Press: Tucson & London, 1991.
7. С. Г. Шнятов, Зап. Свердлов. отд-ния ВБО, Свердловск, 1973, 6, 53–81.
8. H. C. Fritts, *Tree Rings and Climate*, Academic Press: London, New York, San Francisco, 1976.
9. A. E. Douglass, *Climatic Cycles and Tree-growth. A Study of the Annual Rings of Trees in Relation to Climate and Solar Activity*, Wash.: Carnegie Inst., 1919, V.1.
10. Е. А. Ваганов, И. В. Сви́дерская, Е. Н. Кондратьева, *Лесоведение*, 1990, 2, 37–45.
11. H. C. Fritts, E. A. Vaganov, I. V. Sviderskaya, A. V. Shashkin, *Climate Research*, 1991, 1, 37–54.
12. Б. П. Алисов, Климат СССР, М., Изд-во Моск. ун-та, 1956.