

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 68.47.15, 87.15.21

*Б.Д.Майсупова¹, Б.Т.Мамбетов¹, Н.С.Келгенбаев¹,
Д.А.Досманбетов¹, Ж.С.Дукенов¹, А.Н.Букейханов¹*

¹Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации, г. Алматы, Казахстан

ВЫБОР ОБЪЕКТОВ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОТБОР ОБРАЗЦОВ ДРЕВЕСИНЫ*

Аннотация. Изучены пространственно-временные закономерности реакции ели во время роста на изменение климата и воздействие насекомых-вредителей. Создан протокол по организации дендрозокологических и дендроклиматических полигонов для мониторинга хвойных лесов юга Казахстана. Приведены данные по определению видового состава и экологической среды. Определен возраст в разных высотных градиентах пояса хвойных лесов Заилийского Алатау. Представлены материалы измерения ширины годичных колец деревьев по кернам 3-х дендроклиматических полигонов (ущелья Туюксу, Большое Алматинское озеро, Горельник). Дан анализ перекрестному датированию древесно-кольцевых серий по ширине годичных колец. Изучены происходящие пространственно-временные закономерности при экологических изменениях в районах хвойных лесов, в горных районах юго-востока Казахстана. Выявлена изменчивость радиального прироста по кернам с живых деревьев ели Шренка. Результаты проекта могут быть положены в основу мониторинговой системы слежения за хвойными /горными лесами Казахстана.

Ключевые слова: полигон, высотно-климатическая полоса, дендрохронология, дендроклиматология, керн, датировка, ель, хвойный лес.



Түйіндеме. Шыршаның климаттың өзгеруіне және зиянкес жәндіктердің әсеріне қарай өсу барысындағы кеңістік-уақыттық заңдылықтары зерттелді. Қазақстанның оңтүстігіндегі қылқан жапырақты ормандарына мониторинг жасау үшін дендрозоологиялық және дендроклиматтық полигондарды

*Источник финансирования исследований – Министерство образования и науки Республики Казахстан.

ұйымдастыру бойынша хаттама жасалды. Түрлік құрамы және экологиялық ортасын анықтау бойынша деректер келтірілді. Іле Алатауының қылқан жапырақты ормандары белдеуінің түрлі биік градиенттеріндегі жасы анықталды. Үш дендроклиматтық полигондар бойынша ағаштардың жылдық шеңберінің енін өлшеу материалдары берілді (Тұйықсу шатқалы, Үлкен Алматы көлі, Горельник). Жылдық шеңберлерінің ені бойынша ағашты-сақиналы серияларын даталаудың талдауы берілді. Қазақстанның оңтүстік-шығысы таулы аудандарындағы қылқан жапырақты ормандарындағы экологиялық өзгерістер барысында болатын кеңістік-уақыттық заңдылықтары зерттелді. Шренка шыршасы ағаштарының керндері бойынша радиалды өсімінің құбылмалылығы анықталды. Жобаның қорытындылары Қазақстанның қылқан жапырақты/таулы ормандарын бақылаудың мониторингтік жүйесі негізіне қойылуы мүмкін.

Түйінді сөздер: полигон, жоғары-климаттық белдеу, дендрохронология, дендроклиматология, керн, даталау, шырша, қылқан жапырақты орман.



Abstract. The purpose of the research is to study the spatial and temporal patterns in the reaction of growth of spruce on the climate change and the influence of insect-pets and the creation of protocol for organizing dendroecological and dendroclimatic landfills to monitor the coniferous forests of the southern Kazakhstan. It is presented the data on determination of species composition, ecology, identified the age in different altitudinal gradients of the belt of coniferous forests of Trans-Ili Alatau. It is presented the materials of measuring of width of tree ring by cores of three dendro-climatic landfills (Tuyuksu Gulch, Big Almaty Lake, Gorelnik). It is given the analysis of cross-dating of tree-ring series across the width of tree rings. We studied a number of questions about spatial and temporal patterns in the change of ecology of coniferous forests in the mountainous regions of south-east Kazakhstan. It is identified the variation of ring growth by cores from living trees of Schrenk spruce. It is given the analysis of recovery of year-by sequence of changes of the climate and ecological situation of last years, within the Trans-Ili Alatau. Field of application: Forestry and agriculture, national parks and reserves, peasant and husbandry farm. The results of the project can be the basis of scientific studies and organization of monitoring system of Kazakhstan for coniferous or mountainous forests. The application of dendro-chronological methods is optimization of monitoring organization of forest resources. Specialists trained during the process of methodology of dendro-chronological field and office works, can carry out their own independent researches in the framework of research programs of various organizations, which work is related to the forests.

Key words: landfill, high altitude climate band, dendro-chronology, dendro-climatology, core, dating.

Введение. В настоящее время изменения природной среды и климата стали важным направлением научных исследований. Накоплены большие массивы метеорологических наблюдений, анализ которых показывает, что за последнее столетие произошли значительные изменения климата как на всей планете, так и на территории Казахстана. Однако ввиду отсутствия полных сведений существует проблема сравнения состояния среды и климата последних 100 лет с прошлыми столетиями и тысячелетиями. А значит, становится достаточно проблематичным дать корректную оценку современным климатическим изменениям или сделать достоверные прогнозы развития природной среды и климатической системы на будущее, основываясь на коротких рядах инструментальных наблюдений прошлых лет. В связи с этим необходимость получения длительных высококачественных рядов информации о прошлых изменениях природной среды и составление детальной глобальной истории климата с максимально возможным разрешением в 1 год для последних 2000 лет является одной из приоритетных задач исследований в рамках Международной геосферно-биосферной программы.

Изучить данные о климате и природной среде прошлого позволяют источники косвенной информации. Один из таких источников – годовые кольца деревьев. Продолжительность жизни деревьев может достигать нескольких тысяч лет и в годовых кольцах деревьев содержится информация о климате, гидрологическом режиме и других изменениях природной среды [1-3]. При этом древесная растительность может быть надежным индикатором условий среды и природных процессов [4-6]. Наиболее полно индикаторные возможности деревьев используются в древесно-кольцевом анализе, который позволяет оценивать по величине радиального прироста деревьев изменения основных климатических переменных, а именно температуры воздуха и осадков, а также гидрологических, геоморфологических, мерзлотных и сейсмических процессов и изменений [7, 8]. Дендрохронология (получение и анализ древесно-кольцевых хронологий) является наиболее точным методом исследования. Так, в 1975-

1980 г. дендрохронологические исследования на Тянь-Шане провела Н.М.Борщева [15]. По мнению исследователя, восстановить погодичную последовательность изменений климата и экологической обстановки прошлых лет в пределах конкретной территории, крупного региона или даже в глобальном масштабе за несколько столетий и тысячелетий возможно.

Методы исследования – рекогносцировочное обследование горных лесов, подбор участков, сбор экспериментального материала на пробных площадях, закладка дендроклиматических полигонов (пробных площадей), проведение измерений дендробразцов в лабораторных условиях, использование методов дендрохронологического анализа, обработка экспериментального материала с применением методов математической статистики, анализ полученных материалов.

Дендрохронология имеет весьма широкий спектр аналитических и статистических методик для изучения влияния климата и вспышек энтомологических вредителей леса на рост хвойных деревьев [9-11]. Предлагаемое исследование позволит разработать протокол для организации сети дендрохронологических полигонов с целью наблюдения за воздействием климата на состояние и динамику древостоев еловых лесов юго-востока Казахстана. Предполагается закладка двух типов полигонов: дендроклиматических и дендрозокологических вдоль высотных профилей от верхней (2500-3000 м) до нижней границы еловых лесов (1300-1500 м) в Заилийском Алатау.

Объектом исследования является реакция радиального прироста ели на изменение климата. Пространственно-временные закономерности в изменчивости радиального прироста будут изучаться по кернам с живых деревьев и спилов с отмерших деревьев. После камеральной обработки дендрохронологических материалов, которая включает измерение ширины годичных колец деревьев, перекрестное датирование колец и расчет индексов прироста, будут построены 100-300-летние древесно-кольцевые хронологии для каждого полигона и обобщенные хронологии по высоте места и климатическому району. Для оценки экологического состояния лесных сообществ в прошлом и на-

стоящем будут определяться следующие параметры по полевым материалам:

- тип древостоя и местообитания,
- возрастная структура древостоя,
- отклик роста деревьев на засуху и потепление.

Сопряженный анализ материалов исследования позволит разработать практические рекомендации по организации экологического мониторинга горных лесов и дать оценку текущего состояния экологии хвойный лесов на юге Казахстана. Заложенные дендрополигоны составят ядро будущей системы мониторинга за хвойными лесами Казахстана.

Основным продуктом камеральной обработки являются древесно-кольцевые хронологии (ДКХ) по ширине годичных колец деревьев, а именно усредненные величины индексов прироста. В настоящем исследовании будут проанализированы десятки ДКХ, содержащих климатический и неклиматический сигналы. Оценка связи климата и радиального прироста ели проводится по функциям отклика индексов прироста на осадки и температуру воздуха посредством регрессионного анализа. Сравнение расчетной климатической изменчивости прироста ели с контрольных площадей и аномалий прироста ели с поврежденных участков позволит определить динамику за последние 100-300 лет [12].

Автокорреляционный и спектральный анализ всех ДКХ составляется с целью оценки периодичности климатических параметров (и прежде всего количества осадков, лимитирующих рост ели). Сравнительный пространственно-временной анализ полученных результатов позволит определить воздействие различных видов вредителей на рост ели в засушливые и влажные периоды на фоне современного потепления климата [13]. Реконструкция повреждений древостоев в прошлом возможна через синтез информации о биологии вредителя, климатической изменчивости прироста ели и неклиматическим аномалиям роста ели, ассоциированными с определенными вредителями.

Результаты исследования. В начале года был проведен анализ картографических и лесостроительных материалов Иле-

Алатауского и Кольсайского ГНПП. Организован рекогносцировочный выезд на территорию

- Иле-Алатауского (Медеуский филиал Малое Алматинское лесничество, ур. Сарысай, кв. 34, выд. 15 (4,2 га); 25 (6,9 га); 27 (1,3 га);

- ущелье Кимасар, ур. Саркырама, кв. 26, выд. 43 (4,5 га); 49 (2,0 га); 48 (2,1 га);

- ущелье Туюксу, ур. Шымбулак; Большое Алматинское озеро; Горельник) и Кольсайского ГНПП (ущелье Көлсай көлдері).

Проведены полевые исследования для закладки дендрохронологических полигонов по высотному градиенту пояса хвойных лесов Заилийского Алатау. Заложены хронологические полигоны в хвойных лесах разных высотных поясах.

Отбор пробных площадок (тест-полигонов) для дендрозкологических исследований проводился с учетом некоторых особенностей, характерных для горных лесов Заилийского Алатау:

- 1) выбор участков леса естественного происхождения, находящихся на водоразделах крупных и малых рек;

- 2) выбор лесорастительных условий: для ели модельные деревья следует отбирать в местообитаниях с одинаковыми лесорастительными условиями;

- 3) выбор модельных деревьев на конкретных участках по общепринятой методике [14];

- 4) отбор лишь таких модельных деревьев, на прирост которых неклиматические факторы оказывают наименьшее влияние. Не должны рассматриваться деревья на тех участках, где: (а) значительно выражено влияние фитоценологических факторов, (б) происходили существенные изменения почвенно-грунтовых условий;

- 5) предпочтение отдается старовозрастным деревьям, для того чтобы получить более длительные древесно-кольцевые хронологии.

Проведена закладка пробных площадей, т. е. 3 полигона в ущельях Большое Алматинское озеро, Туюксу, Горельник в ельниках по разным высотным поясам. Для дендрохронологических полигонов выбирали старовозрастные насаждения и были ото-

браны дендрообразцы (керны) ели Шренка в количестве 49 экз.

В настоящее время для взятия образцов древесины, особенно с живых деревьев, используются возрастные буры преимущественно шведского (Haglof) или финского (Suunto) производства, при помощи которых высверливаются радиальные керны древесины диаметром 4-5 мм и длиной 10-50 см [14]. Керны брались на высоте 1,0-1,3 м от поверхности земли. Для построения одной обобщенной хронологии отбирались образцы древесины с 15-30 деревьев одного вида, а с каждого дерева – по двум радиусам. Высверленные керны помещали в специально подготовленные бумажные или полиэтиленовые контейнеры, внутренний диаметр которых на 2-3 мм превышает диаметр образца. В контейнерах образцы удобно транспортировать, сушить и хранить до проведения работ по датировке и измерению колец [14].

В дендрохронологии наиболее широко используется кодировка, состоящая из 6 символов, поэтому каждый образец древесины был закодирован (определенный код на поверхности образца). Первые 3 символа представляют собой сочетание букв латинского алфавита, которые обозначают код местообитания (например, ВАО – Большое Алматинское озеро; Туу – Туюксу; Гор – Горельник). Следующие два цифровых символа (от 01 до 99) обозначают номер модельного дерева, а последний символ (*A* и *B*) обозначает номер радиуса.

Кроме того, на образце или контейнере указываются вид дерева, дата взятия, фамилия коллектора и т. д. В каждой пробной площади (полигон) описывались координаты местности, условия произрастания, почва, растительности модельных деревьев и взятых образцов древесины [14]. Керны были обработаны в лаборатории дендрохронологии в Уральском отделении Института экологии растений и животных г. Екатеринбурга.

Перед проведением измерений ширины годичных колец подготовлены образцы древесины к измерениям в виде рейки (деревянная основа) шириной и высотой примерно по 1 см и длиной несколько большей длины образца. Затем эти образцы наклеивали на рейки клеем ПВА для удобства их кодировки, обработки (полировки, зачистки, увеличения контрастности колец),

датировки и измерения, а также для предотвращения утери и разлома на мелкие кусочки [14].

Для того чтобы границы клеток и годовичных колец были отчетливо видны при проведении измерений в отраженном свете, необходимо тщательно зачищать торцевую поверхность древесного образца. Шлифовку и полировку производили при помощи наждачной бумаги. Такая обработка торцевой поверхности образца дает хорошие результаты в тех случаях, когда годовичные кольца сравнительно широкие (более 1 мм), а древесина здоровая, т. е. не подвергалась процессам гниения. Чтобы сделать более различимыми границы узких колец и границы клеток, поверхность лучше зачищать острым режущим инструментом (бритвой или канцелярским ножиком). У дендрообразцов срезается верхняя часть керна (толщиной 1-1,5 мм). При этом необходимо обрабатываемую часть керна предварительно смочить водой.

Для повышения контрастности границ между клетками и годовичными кольцами использовали способ смачивания поверхности водой, а для датировки и измерения ширины годовичных колец – сухой способ, т. е. втирали на зачищенной поверхности порошкообразный мел с помощью кусочка ваты. Сухой способ удобен тем, что нет необходимости постоянно поддерживать образец в смоченном состоянии. Кроме того, исключаются искажения, связанные с разбуханием древесины [14]. Далее на измерительном комплексе «Lintab» производили измерение характеристики прироста на кернах. К этому прибору прилагается компьютерная программа TSAP 3.5, которая позволяет вводить данные измерений в компьютер, исправлять и анализировать полученные данные, представлять их в табличной и графической форме.

Ширина годовичных колец измерялась под бинокулярным микроскопом МК-21314 с переводом числа делений измерительной шкалы в миллиметры или на полуавтоматической установке «Lintab-6» (с точностью 0,01 мм).

По полученным результатам измерений ширины годовичных колец с точностью до 0,01 мм на пробных площадях Туюксу (табл. 1) Большое Алматинское озеро (табл. 2) и Горельник

Таблица 1

Характеристика индивидуальных хронологий по ширине годовичных колец деревьев ели Шренка на пробной площади Туюксу

Образец	Интервал, гг.	Количество колец, шт.	Средняя ширина колец, мм	Максимальная ширина колец, мм
Тую 1a	1898-2015	118	2,62	9,40
Тую 1b	1950-2015	66	2,07	3,27
Тую 2a	1787-2015	229	5,42	1,14
Тую 2b	1807-2015	209	6,13	1,42
Тую 3a	1944-2015	72	4,13	2,74
Тую 4a	1883-2015	133	5,70	1,51
Тую 4b	1909-2015	107	6,50	1,79
ИТОГО:		934	1,71	9,40

Таблица 2

Характеристика индивидуальных хронологий по ширине годовичных колец деревьев ели Шренка на пробной площади Большое Алматинское озеро

Образец	Интервал, гг.	Количество колец, шт.	Средняя ширина колец, мм	Максимальная ширина колец, мм
1	2	3	4	5
bao 1a	1859-2015	157	2,18	4,53
bao 1b	1885-2015	131	2,57	7,05
bao 2a	1953-2015	63	2,47	5,05
bao 2b	1947-2015	69	2,98	5,46
bao 3b	1811-2015	205	1,35	5,64
bao 4a	1905-2015	111	1,37	3,07
bao 4b	1843-2015	173	1,67	4,66
bao 5a	1879-2015	137	1,72	2,89
bao 5b	1885-2015	131	1,62	2,67
bao 6b	1863-2015	153	2,03	3,87
bao 8a	1898-2015	118	2,35	3,86
bao 8b	1878-2015	138	1,90	3,40
bao 9a	1893-2015	123	2,30	4,21

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
bao 10a	1915-2015	101	2,33	4,62
bao 10b	1935-2015	81	3,38	5,86
bao 11a	1884-2015	132	2,44	5,91
bao 11b	1898-2015	118	2,85	4,83
bao 13a	1870-2015	146	2,34	6,38
bao 14a	1913-2015	103	1,75	2,68
bao 14b	1916-2015	100	2,10	3,41
bao 15a	1876-2015	140	2,08	3,88
bao 15b	1868-2015	148	1,56	3,38
ИТОГО:		2778	2,15	7,05

(табл. 3) даны характеристики индивидуальных хронологий по ширине годовых колец деревьев ели Шренка. По данным измерений строились графики абсолютного радиального прироста для каждого радиуса, которые используются для точной датировки годовых колец при помощи метода перекрестной датировки.

Таблица 3

Характеристика индивидуальных хронологий по ширине годовых колец деревьев ели Шренка на пробной площади «Горельник»

Образец	Интервал, гг.	Количество колец, шт.	Средняя ширина колец, мм	Максимальная ширина колец, мм
1	2	3	4	5
gor 1a	1957-2015	59	2,97	5,58
gor 1b	1955-2015	61	3,63	6,24
gor 2a	1951-2015	65	2,66	5,29
gor 2b	1910-2015	106	1,36	3,93
gor 3a	1976-2015	40	4,41	6,42
gor 3b	1968-2015	48	4,56	6,99
gor 5a	1967-2015	49	3,41	5,58
gor 5b	1958-2015	58	2,02	4,78
gor 6a	1959-2015	57	3,22	5,78
gor 6b	1960-2015	56	3,21	5,57

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
gor 8a	1955-2015	61	2,77	4,48
gor 8b	1954-2015	62	2,85	4,73
gor 9a	1973-2015	43	3,60	4,85
gor 9b	1976-2015	40	3,88	5,57
gor 10a	1968-2015	48	3,61	5,48
gor 10b	1953-2015	63	3,04	5,02
gor 11a	1890-2015	126	1,38	2,97
gor 11b	1909-2015	107	1,50	3,35
gor 12a	1903-2015	113	2,34	2,67
gor 12b	1902-2015	114	1,41	3,09
ИТОГО:		1376	2,89	6,99

Следует отметить, что у образца № 3 Туу 2а – самое большое количество колец (229 шт.), потому что – это старое дерево, и оно начинается с 1787 г., когда средняя ширина колец составляла 5,42 мм. Самая максимальная ширина колец – 9,40 мм у образца № 1 Туу 1а. У третьего дерева был измерен один радиус, т. е. Туу 3а (3b отсутствует). Средняя ширина колец всех образцов составила 1,71 мм. Всего посчитано колец 934 шт.

По рис. 2 видно, что самый длинный ряд по годам наблюдается у образца 2а, начиная с 1787 г. по 2015 г. Затем идет 2b, возраст этого дерева составляет 209 лет, начиная с 1807 г. по 2015 г. Образцы № 1а (118 лет) и № 3а (72 года) являются молодыми по сравнению с другими деревьями, как образцы № 4 и № 2.

Судя по данным табл. 2, у дерева № 3 бао 3b – наибольшее количество колец (205 шт.). У этого дерева формирование колец начиналось с 1811 г., причем измерен только один радиус. У остальных образцов по двум радиусам были взяты керны. На пробной площади «Большое Алматинское озеро» измерению подлежали 22 образца, и из них максимальная ширина колец составила 7,05 мм у образца № 1 бао 1b. Средняя ширина колец всех образцов составила 2,15 мм. Всего посчитано колец 2778 шт.

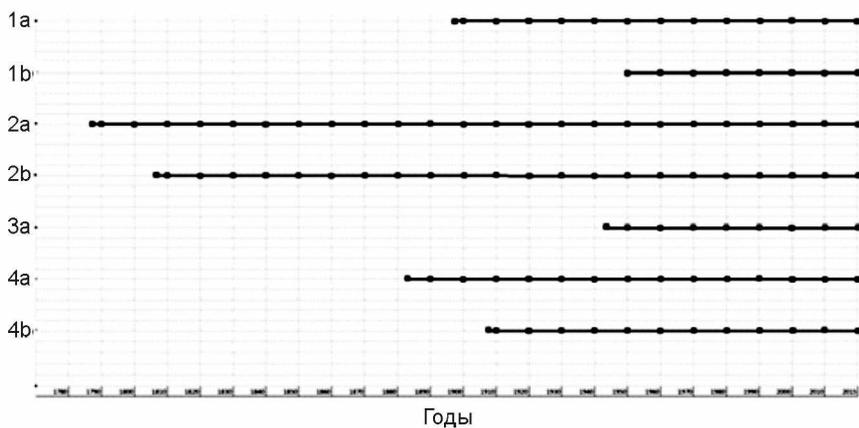


Рис. 2. Распределение деревьев по возрасту на пробной площади Туюксу

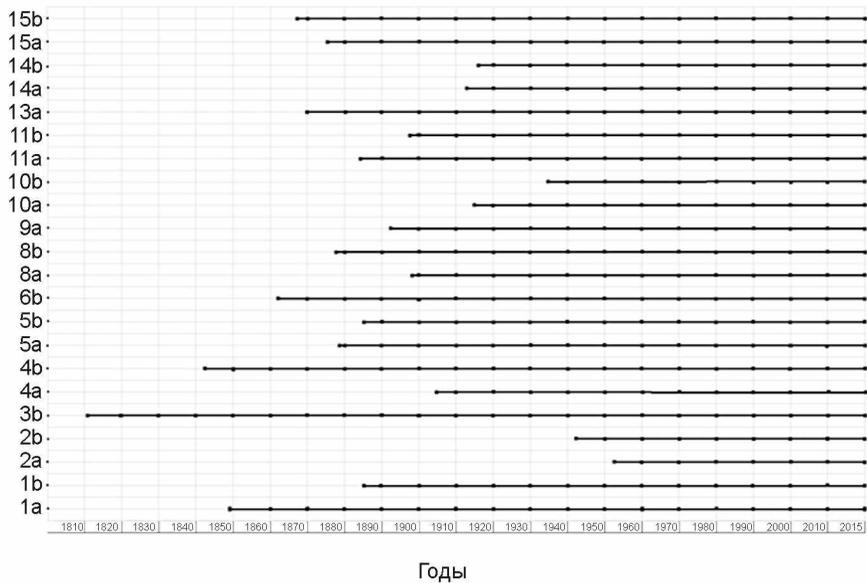


Рис. 3. Распределение деревьев по возрасту на пробной площади Большое Алматинское озеро

Самый длинный ряд по годам (рис. 3) у образца 3b, т. е. он начинается с 1811 г. по 2015 г. и составляет 205 лет. Далее идут образцы № 1a (157 лет), № 4b (173 года), № 6b (153 года) и № 15b (148 лет). Самый короткий ряд у образцов 2a и 2b, они начинаются с 1947 г. и 1953 г.

Как видно из табл. 3, у дерева № 17, образец гор 11a считается самым старым деревом, так как количество годичных колец составляет 126 шт., у этого дерева формирование колец начиналось с 1890 г. На пробной площади «Горельник» измерению под-

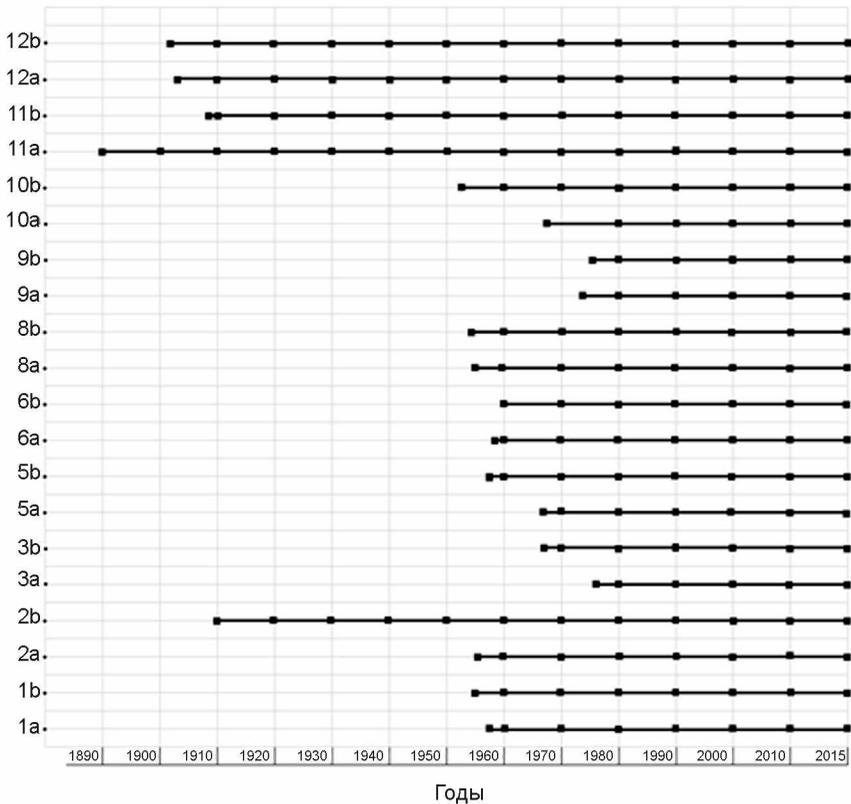


Рис. 4. Распределение деревьев по возрасту на пробной площади «Горельник»

лежали 20 образцов. Из них максимальная ширина колец составила 6,99 мм у образца № 6 год 3b. Средняя ширина колец всех образцов составила 2,89 мм. Всего посчитано колец 1376 шт.

В соответствии с данными рис. 4, самый длинный ряд по годам у образца 11а, т. е. он начинается с 1890 по 2015 г. и составляет 126 лет. Затем у образцов № 12b (114 лет), № 12а (113 лет), № 11b (107 лет) и № 2b (106 лет). А самый короткий ряд у образцов 3а и 9а, 9b, они начинаются с 1973 и 1976 гг.

Датировка годовых слоев является наиболее важной и трудоемкой частью дендрохронологических исследований. От правильности датировки и точности измерений зависит качество получаемых древесно-кольцевых хронологий. Наиболее трудоемка процедура перекрестной датировки индивидуальных хронологий, требующая иногда 60-80 % времени, затрачиваемого на получение обобщенной хронологии. Датировка годовых колец и измерение характеристик колец – это разные операции, однако часто они осуществляются одновременно [14].

Предварительная датировка и маркировка годовых колец производится в пределах каждого радиального направления под микроскопом при 20-40-кратном увеличении. При таком увеличении можно выявить довольно тонкие кольца, содержащие всего 2-3 слоя клеток. Датировка и маркировка колец называется предварительной, так как датируют и учитывают лишь видимые кольца. При проведении этой операции возможны ошибки в датировке в связи с наличием в образцах древесины выпавших и ложных колец. Ошибки также возникают в результате неверного подсчета числа видимых колец.

Датировку и маркировку колец проводили путем нанесения на поверхность определенных колец отметок при помощи тонкой иглы. Точками или углублениями маркируется поверхность каждого десятого по счету кольца. Если образец древесины взят с живого дерева, а периферийные кольца достаточно хорошо различимы, то их предварительную датировку удобнее производить в направлении от периферии ствола к его центру, т. е. обратным отсчетом календарных лет, учитывая, что одно кольцо формируется в течение одного года.

К проведению работ по окончательной датировке и измерению годовых колец сначала производили датировку колец, а затем их измерение. В основе этого подхода лежит метод перекрестной датировки (cross-dating method), основанный на использовании неповторимого во времени рисунка годовых колец древесины [14].

Перекрестная датировка – это сравнение рисунков колец у различных деревьев и выбор точного места, где найдено соответствие в характере изменчивости показателей радиального прироста между рассматриваемыми образцами. Этот метод позволяет выявлять нарушение синхронности в пределах отдельных временных интервалов и тем самым определять точное положение ложных и выпавших колец [14].

Метод перекрестной датировки дает возможность производить относительную и абсолютную датировку времени формирования слоев прироста древесины. Относительная датировка заключается в определении пар колец у сравниваемых образцов, которые сформировались в один и тот же год, но календарная дата их еще неизвестна. Можно, например, определить, на сколько лет позднее или раньше было срублено (или погибло) то или иное дерево по сравнению с другим путем подсчета разницы в годах формирования подкорковых колец. Более того, если подкорковое кольцо сохранилось (это можно установить при тщательном изучении внешней поверхности образца и обнаружении на ней остатков коры или луба), то можно определить сезон рубки или гибели дерева. Например, если подкорковое кольцо полностью не сформировалось, то гибель дерева произошла в течение периода роста, т. е. в летние месяцы.

Абсолютная датировка включает в себя точное определение календарной даты всех годовых колец у исследуемых образцов. Она может быть осуществлена только в том случае, если известна календарная дата взятия образца древесины, хотя бы у одного живого дерева, кольцевая хронология которого перекрестно датируется с другими кольцевыми хронологиями [14]. Поскольку сравнивать рисунки колец для целей их датировки на самих образцах затруднительно из-за их крупных размеров и

неодинаковой ширины годовых колец, то извлекаемую из колец информацию удобнее наносить и анализировать в виде графиков на бумаге, на которых по оси абсцисс откладывается календарное время в годах (слева направо), а по оси ординат – величина годового прироста, а также другие характеристики годовых колец.

Для построения графиков и глазомерного анализа изменчивости прироста наиболее удобным масштабом по оси абсцисс является такой, когда данные для каждого календарного года наносятся через 2 мм. Вертикальный масштаб зависит от диапазона изменчивости показателей прироста у конкретной хронологии. Однако для глазомерного анализа графиков наиболее удобно, когда максимальные значения удалены от оси абсцисс не более чем на 15-20 см [14].

На основе этих измерений строятся графики измерения прироста для каждого радиуса, которые затем визуальным сопоставлением друг с другом на предмет выявления сходства и различий между ними, определения местоположения выпавших, ложных, пропущенных и лишних колец. В качестве реперных обычно используются самые узкие и самые широкие кольца, а также кольца, содержащие патологические структуры. При глазомерной датировке сравниваемых серий колец большую помощь оказывают так называемые блоки или характерные интервалы, которые представляют собой определенную последовательность в изменчивости от 4 до 11-15 колец, очень сходную у разных индивидуальных хронологий.

Для выявления выпадающих и ложных колец использовалась программа TSAP 3,6 (Rinn, 1999), которая позволила рассматривать на экране кривые изменения показателей прироста у большого числа деревьев, сдвигать кривые на различное число лет, вставлять и удалять кольца [14].

Обсуждение результатов. Данная работа проводится совместно с учеными из США (лаборатория по изучению годовых колец деревьев университета Аризона и лесная служба США), а также с сотрудниками лаборатории дендрохронологии Института метеорологии пустыни КНР г. Урумчи, в ходе которой казах-

станские специалисты изучат зарубежный опыт и методы мониторинга горных лесов. В соответствии с достигнутыми договоренностями международными научными организациями, работающими по данной тематике, часть материалов была предоставлена им для исследования. В итоговом варианте после завершения работ, их выводы по анализу проведенных исследований будут включены и обработаны.

Выводы

Ель Шренка является хорошим объектом для дендроклиматологических исследований, так как произрастает в большом диапазоне высот (от 1400 до 2900 м над уровнем моря и выше) [15], имеет четкие концентрические годовые кольца с ясно выраженными зонами ранней и поздней древесины, индексы, ширина которых хорошо коррелирует с климатическими показателями. Изучение эколого-биологических особенностей ели Шренка производилось на основе непосредственных наблюдений и опубликованных литературных источников.

При перекрестном датировании было выявлено, что прирост старых деревьев реагирует одинаково от года к году. Какой-то внешний фактор одинаково влияет на деревья. А у молодых деревьев фитоценотический фактор оказывает большое влияние, поэтому перекрестная датировка затрудняется. В образцах № 5а, 5b, а также № 10а, 10b, взятых в ур. Горельник, обнаружены узкие кольца подряд, начиная с 2011 г., т. е. деревья постепенно погибают. Как известно, в 2011 г. в ур. Медеу произошло природное стихийное бедствие, проявившееся в виде сильнейшего урагана. В результате площадь ветровала достигла 480 га с объемом древесины 96 тыс. куб. леса. Наиболее узкие годовые кольца у древесных растений отмечаются в экстремальных условиях, о чем свидетельствуют данные перекрестного датирования ширины годовых колец.

Список литературы

1 *Шиятов С.Г.* Дендрохронология верхней границы леса на Урале. – М.: Наука, 1986. – 136 с.

2 Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазела В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике. – Новосибирск: Наука, 1996. – 246 с.

3 Fritts H.C. Tree Rings and Climate: Academic. – New York., 1976. – 567 p.

4 Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. – 208 с.

5 Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F. and Bräker O.U. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in Dendrochronology // Dendrochronologia. – 1990. – Vol. 8. – P. 9-39.

6 Riparia. Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities / Eds:R.J.

7 Шиятов С.Г., Мазела В.С. Цикличность радиального прироста деревьев в высокогорьях Урала // Дендрохронология и дендроклиматология. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 134-160.

8 Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных. – Новосибирск: Наука, 2000. – 232 с.

9 Veblen T.T., Hadley K.S., Reid M.S., Rebertus A. Methods of detecting spruce beetle outbreaks in Rocky Mountain subalpine forests // Can. J. Forest Res. – 1991. – № 21. – P. 242-254.

10 Lynch A.M. Inpress What tree-ring reconstruction tells us about conifer defoliator outbreaks. Book chapter, in Barbosa P., Letourneau D.K., Agrawal A. (editors), Insect Outbreaks – Revisited. Academic Press. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape Sturmschäden Lothar 26 Dez 1999 und Sturmschäden erfassung. – Bern, 2011. – 57 p.

11 Schweingruber F.H. Tree-rings and Environment. Dendroecology. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Researches. Bern; Stuttgart; Vienna, 1996. – 609 p.

12 Cook E.R. A Time Series Analysis Approach to Tree-Ring Standardization: Ph. D. Dissertation. – Tucson, AZ: University of Arizona, 1985. – 171 p.

13 Swetnam T.W., Betancourt J.L. Mesoscale disturbance and ecological response to decadal climatic variability in the American Southwest // J.Climate. – 1998. – № 1. – P. 31-45.

14 *Шиятов С.Г.* и др. Методы дендрохронологии, часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. – Красноярск, 2000. – 79 с.

15 *Борщева Н.М.* Дендроклиматологический анализ радиального прироста ели Шренка в горах Северного Тянь-Шаня: автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд.биол.наук. – Алма-Ата, 1983.