

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ  
ДРЕВЕСИНЫ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*QUERCUS ROBUR* L.) В УСЛОВИЯХ  
ГОРОДА КУРГАНА

Н.Я. Козельчук

АННОТАЦИЯ

В работе изучено влияние основных природно-климатических факторов г. Кургана на интенсивность радиального прироста древесины экземпляров дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), произрастающих в насаждении на Юго-Востоке г. Кургана., на временном интервале с 1976 по 2016 гг. По результатам древесно-кольцевого анализа показано, что интенсивность радиального прироста древесины дуба черешчатого в условиях города Кургана зависит от максимального уровня воды в реке Тобол года, предшествующего формированию годичного кольца ( $r_s = 0,38$ ), и от среднемесячной температуры апреля года формирования кольца ( $r_s = -0,32$ ). Относительно невысокая сила связи, а также чётко выявленный возрастной тренд в древесно-кольцевых хронологиях указывают на перспективность интродукции дуба черешчатого в Курганской области.

*Ключевые слова:* дендрохронология; дендрэкология; годичные кольца; дуб черешчатый; *Quercus robur* L.; Курганская область.

INFLUENCE OF SOME CLIMATIC FACTORS ON THE RADIAL GROWTH OF  
THE *QUERCUS ROBUR* L. IN THE CITY OF KURGAN

N.Y. Kozelchuk

## ABSTRACT

The influence of the main climatic factors of the city of Kurgan on the intensity of the radial growth of wood of oak tree (*Quercus robur* L.) growing in the plantation in the southeast of the city of Kurgan was studied in the time interval from 1976 to 2016. According to the results of the tree-circular analysis, it is shown that the intensity of radial growth of the wood of oak tree in the city of Kurgan depends on the maximum water level in the Tobol River of the year preceding the formation of the annual ring ( $r_s = 0.38$ ) and the average monthly temperature of April of the year of ring formation ( $r_s = -0.32$ ). Relatively weak correlations and a clearly revealed age trend in tree-ring chronologies indicate the prospect of introduction of the oak in the Kurgan region.

**Keywords:** dendrochronology; dendroecology; tree rings; oak tree; *Quercus robur* L. ; Kurgan region.

## Введение

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – типовой вид рода *Quercus*; крупное дерево, достигающее в высоту 45 м. Он доходит в северо-западной России до Финляндии, а Урал является восточной границей его ареала. В Курганской области дуб черешчатый произрастает исключительно в немногочисленных насаждениях, изредка используется для озеленения населённых пунктов [1].

Успешная и качественная интродукция *Q. robur* в регионе позволит создавать более масштабные и продуктивные посадки данного вида растения как для озеленения населённых пунктов, так и различного целевого назначения. Увеличение ассортимента используемых в озеленении древесных растений является важной стороной улучшения эстетических и средозащитных условий населённых пунктов.

Перспектива интродукции дуба черешчатого в Курганской области требует тщательного анализа всех факторов, влияющих на его рост в данном регионе. Изучение степени чувствительности данного вида растения к многолетним колебаниям метеопараметров в Курганской области позволит сделать выводы о целесообразности интродукции и прогнозировать степень её успешности.

Величина годового радиального прироста дерева (ширина годичного кольца), его изменчивость из года в год на протяжении продолжительного периода времени, а также связь этих процессов с климатическими параметрами позволяют судить об особенностях реакции деревьев на воздействие погодных факторов той или иной местности, об общем состоянии древостоя при данных экологических условиях. По словам Д.В. Тишина, «радиальный прирост дерева находится под контролем внутренних факторов и модифицируется внешними» [2]. Изучение влияния внешних, а конкретно – природно-климатических, факторов на годичный радиальный прирост древесины экземпляров *Quercus robur* в условиях города Кургана и являлось целью данного исследования.

### **Методика эксперимента**

Для проведения древесно-кольцевого анализа бралось 5 кернов со случайно выбранных экземпляров *Q. robur* в насаждении дендрария Ботанического сада Курганского государственного университета (Юго-Восточная часть г. Кургана, Курганская область) на высоте 1,3-1,5 м с использованием бурава приростного для твердой древесины Haglof (Швеция).

Насаждения датируются 1968 годом. Всего здесь произрастает 48 экземпляров дуба, средняя высота деревьев 11,5 м, средний диаметр ствола 22 см. Плотность посадки достаточно высокая, расстояние между соседними деревьями составляет 3 м. Многие экземпляры имеют морозные трещины. Цветение и плодоношение регулярное. Наблюдается обилие самосева под пологом древостоя, также отмечены единичные экземпляры подроста в свободной от влияния древостоя зоне.

«Принцип отбора районов и местообитаний» в дендрохронологии, сформулированный С.Г. Шиятовым с соавторами, постулирует, что для дендрохронологического анализа наиболее пригодными являются те деревья, «которые произрастают в неблагоприятных и экстремальных климатических и почвенно-грунтовых условиях, где наиболее полно проявляется действие лимитирующих факторов» [3]. Посадки *Q. robur* в дендрарии Ботанического сада КГУ располагаются за пределами ареала этого вида, поэтому условия их произрастания можно посчитать экстремальными. Также авторы отмечают, что «для дендроклиматических целей наиболее пригодными являются одновидовые, одновозрастные, одноярусные и малосомкнутые древостои..., в которых фактор конкурентных взаимоотношений между деревьями оказывает меньшее влияние на величину и изменчивость радиального прироста древесины по сравнению с густыми и сложными по составу и структуре древостоями». Изучаемое в настоящей работе насаждение *Q. robur* подходит под перечисленные параметры, следовательно – фактор конкуренции должен наименьшим образом отразиться на изменчивости годичного радиального прироста деревьев дуба в данной местности.

Обработка кернов осуществлялась по стандартным дендрохронологическим методикам [2-3]. Керны наклеивались на деревянные подложки, отшлифовывались. Образцы затем сканировались в разрешении 1200 точек на дюйм, и на сканах с помощью компьютерной программы JMicroVision v1.2.7. проводилось измерение ширины годичных колец и их датировка. Затем осуществлялась процедура стандартизации: величины абсолютного радиального прироста соответствующих лет усреднялись, по средним значениям абсолютного прироста методом наименьших квадратов строился линейный сплайн, значения абсолютного прироста каждой хронологии делились на соответствующие значения на полученном сплайне. Полученные значения относительного прироста (индексы прироста) по каждой из пяти хронологий усреднялись, что давало одну общую древесно-кольцевую хронологию, которая использовалась для дальнейшего анализа. Временной

промежуток полученной в результате стандартизации хронологии составил 40 лет (1976-2016 гг.). Процедура стандартизации используется в дендрохронологических исследованиях для того, чтобы исключить отражение на значениях прироста влияния неклиматических факторов и возрастного тренда (снижения величины прироста дерева с возрастом) – так называемых «шумов», оставляя только ярко выраженный климатический сигнал.

Затем в статистическом пакете Past 3.16 проводился корреляционный анализ для выявления особенностей реакции деревьев *Q. robur* на многолетние колебания метеопараметров в черте г. Кургана: путём вычисления ранговых коэффициентов корреляции Спирмена ( $r_s$ ) была проанализирована связь значений индексов прироста общей хронологии со среднемесячными и среднегодовыми метеопараметрами года формирования годичного кольца и года, предшествующего формированию годичного кольца в период с 1976 по 2016 год. Использовались архивные метеорологические данные из открытых интернет-источников: [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru); [www.thermograph.ru](http://www.thermograph.ru); [cliware.meteo.ru/meteo/](http://cliware.meteo.ru/meteo/); [www.winstein.org](http://www.winstein.org). В случае со среднемесячными значениями температуры и количества осадков в анализе использовался период с сентября года, предшествующего формированию годичного кольца по август года формирования кольца, так как такой «смещённый» промежуток времени лучше отражает влияние метеофакторов на радиальный прирост деревьев в сезонном климате, чем стандартный год.

### Обсуждение результатов

Корреляционный анализ выявил наличие нескольких факторов, оказывающих влияние на радиальный прирост древесины дуба черешчатого в условиях г. Кургана (таблицы 1 и 2).

Таблица 1

*Коэффициенты корреляции ( $r_s$ ) индексов радиального прироста древесины *Quercus robur* с метеопараметрами месячного разрешения в городе Кургане*

Метеоданные	Предыдущий год	Текущий год
-------------	----------------	-------------

	сен	окт	ноя	дек	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг
Темп.	-0,04	0,21	-0,04	0,05	0,09	0,24	-0,04	<b>-0,32</b>	0,03	0,08	0,25	0,00
Осадки	0,10	-0,24	0,17	-0,06	-0,15	0,12	0,01	-0,09	0,28	0,07	-0,03	-0,11

Примечание: Выделены значимые значения  $r_s$  при  $p < 0,05$ .

Таблица 2

*Коэффициенты корреляции ( $r_s$ ) индексов радиального прироста древесины *Quercus robur* с метеопараметрами годового разрешения в городе Кургане*

Метеоданные	Предыдущий год	Текущий год
Максимальный уровень воды в р. Тобол	<b>0,38</b>	0,17
Среднегодовая температура	0,05	0,27
Годовая сумма осадков	0,04	-0,05
Сумма осадков за вегет. период	0,09	0,01
Кол-во дней с $t \geq 5^\circ\text{C}$	-0,07	0,02
Кол-во дней с $t \geq 10^\circ\text{C}$	-0,10	-0,09

Примечание: Выделены значимые значения  $r_s$  при  $p < 0,05$ .

Значимые значения  $r_s$  наблюдались только в двух случаях – в случае среднемесячной температуры апреля года формирования годичного кольца (-0,32) и в случае максимального уровня воды в близлежащей реке Тобол года, предшествующего формированию годичного кольца (0,38), другими словами: низкая среднемесячная температура апреля положительно сказывалась на величине радиального прироста дуба в этот же год, а высокий уровень половодья Тобола благоприятно влиял на радиальный прирост дуба в следующем году.

Отрицательная корреляция прироста с температурой апреля (рис. 1), возможно, объясняется тем, что отмирание части цветков при холодном апреле уменьшает расход веществ на цветение и созревание плодов, и вещества эти расходуются уже на радиальный прирост древесины. В этом явлении проявляется своеобразная конкуренция вегетативной и генеративной частей растения. Отрицательное влияние апрельских температур на рост древесных растений на севере Евразии отмечено также В.В. Шишовым с соавторами [4].

Положительное влияние высокого уровня воды в Тоболе на радиальный прирост дуба в следующем году (рис. 2) можно объяснить тем, что высокое

половодье реки способствует поднятию грунтовых вод, что, в свою очередь, усиливает водное питание дуба в следующем году, благодаря чему и формируется более широкое годичное кольцо. L. Astrade и Y. Bégin сообщают о том, что у дуба черешчатого, произрастающего во Франции, в годы высокого половодья реки Сон формируется более широкая зона ранней древесины годичного кольца [5].

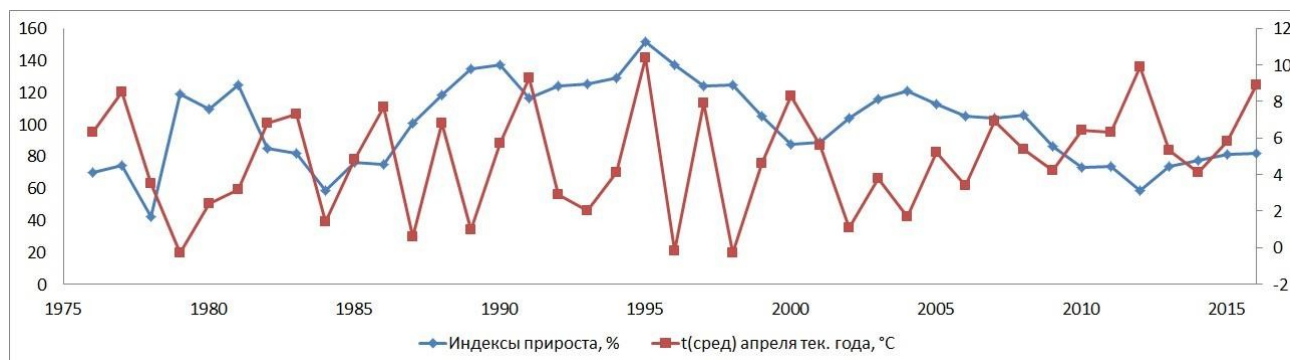


Рис. 1. Связь индексов радиального прироста древесины *Quercus robur* в Курганской области со среднемесячной температурой апреля года формирования годичного кольца ( $r_s = -0,32$ ). По оси X – временной интервал древесно-кольцевой хронологии. По оси Y слева (синяя кривая) – индексы радиального прироста, %. По оси Y справа (красная кривая) – средняя температура апреля года формирования годичного кольца, °C.



Рис. 2. Связь индексов радиального прироста древесины *Quercus robur* в Курганской области с максимальным уровнем воды в р. Тобол года, предшествующего формированию годичного кольца ( $r_s = 0,38$ ). По оси X – временной интервал древесно-кольцевой хронологии. По оси Y слева (красная

кривая) – максимальный уровень воды в р. Тобол года, предшествующего формированию годичного кольца, см. По оси Y справа (синяя кривая) – индексы радиального прироста, %.

Зависимости интенсивности радиального прироста от среднегодовой температуры, годовой суммы осадков, суммы осадков за вегетационный период (апрель-сентябрь), количества дней в году с температурой 5°C и выше и 10°C и выше не выявлено.

Согласно «принципу чувствительности» в дендрохронологии, в благоприятных для роста деревьев районах и местообитаниях у них «хорошо выражены изменения прироста с возрастом, а величина прироста между соседними годами колеблется в незначительных пределах» [3]. В неблагоприятных для произрастания деревьев условиях ширина колец «значительно колеблется от года к году, возрастная кривая роста выражена слабо». Такие серии «свидетельствуют о том, что на рост деревьев большое влияние оказывают факторы внешней среды». Все полученные в ходе анализа серии годичных колец показали снижение среднего прироста с возрастом (возрастной тренд) и незначительное колебание ширины соседних годичных колец (рис. 3). Это указывает на то, что дуб черешчатый, произрастающий в дендрарии Ботанического сада КГУ, не в полной мере отражает экстремальность условий произрастания в годичном радиальном приросте древесины. А такая слабая чувствительность, в свою очередь, свидетельствует об относительной устойчивости дуба к колебаниям метеопараметров в данной местности и ставит под вопрос сам факт «экстремальности» условий произрастания этого растения в регионе. Так, Р.С. Жуков, не сумев с помощью корреляционного анализа получить однозначную информацию о характере влияния климатических факторов на формирование ширины годичного кольца экземпляров *Q. robur* естественного древостоя на западе Москвы, объяснил это тем, что «Московская область лежит в той части зоны ареала дуба черешчатого,



в которой ежегодные дозы климатических факторов близки к составляющим зону оптимума жизнедеятельности организма» [6].



Рис. 3. Возрастной тренд в радиальном приросте древесины *Quercus robur* в условиях Кургана. По оси X – временной интервал древесно-кольцевой хронологии. По оси Y – усреднённые значения абсолютного радиального прироста, мм.

Неоднозначность влияния климатических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого подтверждается рядом исследований. Например, С.Е. Кучеров установил, что на юго-восточной границе ареала *Q. robur* поздние весенние заморозки и экстремальные зимние морозы за последние 245 лет не оказывали сильного влияния на величину его радиального прироста [7]. Б.Ф. Хасанов, изучая влияние климатических факторов на годичный радиальный прирост дуба черешчатого средней полосы Европейской части России, пришёл к выводу, что «ни температура, ни количество осадков по отдельности не играют роль факторов, лимитирующих рост» изученных им деревьев [8]. Это говорит о том, что климат средней полосы Европейской части России является благоприятным для данного вида.

V.Rozas показывает положительную зависимость радиального прироста молодых экземпляров *Q. robur* от температуры июня года формирования кольца и отсутствие таковой у зрелых и старых деревьев [9]. Анализируя ряд подобных климатических факторов, меняющих своё воздействие на радиальный прирост дубов с течением времени, V.Rozas приходит к выводу, что влияние различных климатических переменных на ширину кольца не

является постоянным, что может быть обусловлено физиологическими изменениями, связанными со старением деревьев [11]. В настоящей работе было изучено влияние природно-климатических факторов в г. Кургане на интенсивность радиального прироста древесины зрелых экземпляров дуба черешчатого, тогда как степень чувствительности ювенильных особей *Q. robur* к колебаниям метеопараметров в регионе требует дальнейшего изучения.

### **Заключение**

Полученные в результате исследования коэффициенты корреляции выявили наличие факторов, влияющих на интенсивность радиального прироста древесины *Q. robur* в условиях города Курсана. Это – максимальный уровень воды в реке Тобол года, предшествующего формированию годичного кольца ( $r_s = 0,38$ ), и среднемесячная температура апреля года формирования кольца ( $r_s = -0,32$ ). Связь выявленных климатических факторов с интенсивностью радиального прироста древесины дуба черешчатого является «умеренной» по шкале Чеддока. Нельзя сказать о том, что эти факторы сильно тормозят рост дуба черешчатого в регионе, как и о том, что место и условия произрастания данных экземпляров являются экстремальными. Существенное торможение роста возможно лишь при комплексном отрицательном воздействии названных метеопараметров, что бывает довольно редко. К тому же при культивировании *Q. robur* такое слабое воздействие неблагоприятных факторов можно отчасти нивелировать должным уходом.

Полученные данные подтверждают целесообразность проведения мероприятий по интродукции *Q. robur* в лесостепной зоне Курганской области ввиду выявленной в данном исследовании относительной устойчивости зрелых экземпляров растения к колебаниям метеопараметров в регионе.

### **Список литературы**

1. Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья / Н.И. Науменко. – Курган: Изд-во Кург. гос. ун-та, 2008. – 512 с.

2. Тишин Д.В. Дендрозкология (методика древесно-кольцевого анализа) / Д.В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 33 с.
3. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методич. пособие / С.Г. Шиятов [и др.]. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
4. Шишов В.В. Методы анализа дендроклиматических данных и их применение для территории Сибири: учебное пособие / В.В Шишов, И.И. Тычков, М.И. Попкова. – Красноярск: ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», 2015. – 210 с.
5. Astrade L. Tree-ring response of *Populus tremula* L. and *Quercus robur* L. to recent spring floods of the Saône River, France / L. Astrade, Y. Bégin // *Écoscience*. – 1997. – Vol. 4, Issue 2 – P. 232-239.
6. Жуков Р.С. Влияние природных экологических факторов на прирост дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях природного заказника «Долина реки сетунь» / Р.С. Жуков // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – № 5. – С. 58-65.
7. Кучеров С.Е. Реконструкция аномальных погодных событий на юго-восточной границе ареала дуба черешчатого на основе анализа структуры годовичных слоев древесины / С.Е. Кучеров // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. № 1-6. – С. 1481-1484.
8. Хасанов Б.Ф. Структура древесины дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) как показатель аномальных климатических явлений (на примере средней полосы европейской части России): дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук: 03.00.16 / Хасанов Б.Ф.; Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. – М.: 2008. – 170 с.
9. Rozas V. Dendrochronology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northern Spain: tree-ring growth responses to climate / V. Rozas // *Annals of Forest Science*. – 2005. – Vol. 62, № 3. – P. 209-218.