

---

**Ю.П. Демаков**

**ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ГОДИЧНОГО  
ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ**

---

---

Способность древесных растений являться естественными мониторами и банками хранения информации о природных явлениях была замечена учеными давно. Первые важные результаты в этой области были получены в 19 веке русскими учеными А.Н. Бекетовым и Ф.Н. Шведовым. Особенно плодотворные исследования были проведены в свое время американским ученым-естествоиспытателем (астрономом, климатологом, биофизиком) А.Е. Дугласом, опубликовавшим свои работы в 1919-1936 гг.

---

---

Данные, полученные в ходе дендрохронологических исследований, могут быть использованы для решения следующих задач:

- выявления закономерностей изменения прироста деревьев в процессе их онтогенеза;
  - изучения характера взаимоотношений деревьев в ценозах;
  - оценка реакции деревьев на природные и антропогенные воздействия;
  - познание закономерностей продукционного процесса;
  - прогнозирования течения природных и социальных процессов на основе выявления их взаимосвязи с процессами роста деревьев.
-

---

Изучению изменчивости прироста деревьев посвящено в настоящее время огромное число публикаций, однако, несмотря на это, многие вопросы являются дискуссионными или слабо освещенными, что связано как с разнообразием лесных биогеоценозов, так и характера экологических воздействий на них, а также подходов исследователей к решению поставленной задачи.

---

---

Дело в том, что информация, содержащаяся в рядах годичного прироста, представляет собой смесь сведений о динамике состояния самих деревьев, их биотического окружения и внешней среды.

---

---

Есть ли общие закономерности в ритмике роста деревьев, присутствуют ли в ней строго детерминированные волновые компоненты и какова их природа, насколько синхронны колебания индексов прироста древостоев в разных биотопах и природных зонах? Однозначного ответа на эти вопросы пока нет.

---

Многими исследователями хотя и выявлено наличие в дендрохронологических рядах различных волновых компонент, однако их частотно-амплитудные характеристики настолько широки и изменчивы, что, *во-первых*, практически исключает всякие попытки выделения общих закономерностей и, *во-вторых*, позволяет при желании связать их генезис со всеми известными земными и космическими ритмами .

При поиске причинно-следственных связей и корреляционных зависимостей древесного прироста с параметрами внешней среды и разработке математических моделей необходимо учитывать, что ритмика роста деревьев – не простое отражение внешнего сигнала, а значительная его трансформация, характер которой определяется внутренними свойствами как отдельных деревьев, так всего биогеоценоза.



---

*Накопленные наукой данные свидетельствуют о неоднозначности реакции деревьев в ответ на одни и те же изменения внешних условий. И, наоборот, разные по природе воздействия могут отражаться сходным образом.*

---

---

Для большинства регионов лимитирующие факторы обычно сменяют один другой в течение одного или нескольких сезонов, поэтому однозначное соответствие между шириной годичного кольца и динамикой какого-либо одного из них установить ***принципально невозможно***.

---

---

Один и тот же фактор не может быть также постоянно лимитирующим ни в одном биотопе. Речь может идти лишь о большей или меньшей вероятности воздействия того или иного фактора в качестве лимитирующего в том или ином биотопе.

---

---

Следует также принимать во внимание тот факт, что *следствие всего лишь объясняет причину, но не предопределяет ее*, т.е. по ходу отклика, обусловленного многими причинами, невозможно восстановить ход отдельного фактора.

---

---

*Для прогноза динамики природных процессов необходимо привлекать данные по динамике роста разных структурных элементов годичного кольца (ранней и поздней древесины), а также использовать широкий спектр биотопов и видов древесных растений.*

---

---

В качестве объектов исследования выбраны деревья сосны, ели и пихты, произрастающие в чистых и смешанных древостоях различного происхождения и типов леса. Объем выборки составил более 700 деревьев, возраст которых изменялся от 25 до 287 лет.

---

---

Анализ полученных данных показал, что величина годового прироста деревьев изменяется в очень больших пределах. Так, у деревьев сосны прирост верхушечного побега изменяется от 1 до 90 см, а ширина годовых колец от 0,05 до 15 мм. Это свидетельствует о высокой отзывчивости этой породы на изменение условий среды и большую её экологическую пластичность.

---

---

Пределы изменений годовичного радиального прироста у ели и пихты значительно ниже, хотя они также достаточно велики: у ели – от 0,05 до 10,0 мм, у пихты – от 0,1 до 7,1 мм.

---



---

Изменчивость годовичного прироста деревьев связана с **ТЛУ** и, в определенной мере их возрастом, однако форма и степень выраженности возрастного тренда у каждого дерева различны: значения коэффициента детерминации функции тренда варьируют от 0,05 до 0,95.

---

---

От правильности и корректности процедуры выделения *функции возрастного тренда*, представляющего собой своеобразный «позвоночник» большого жизненного цикла роста дерева, полностью зависят все последующие характеристики временных рядов, в том числе значения индексов и их частотно-амплитудные параметры. Несмотря на кажущуюся простоту постановки задачи и большое число проведенных исследований, она до сих пор *окончательно не решена*.

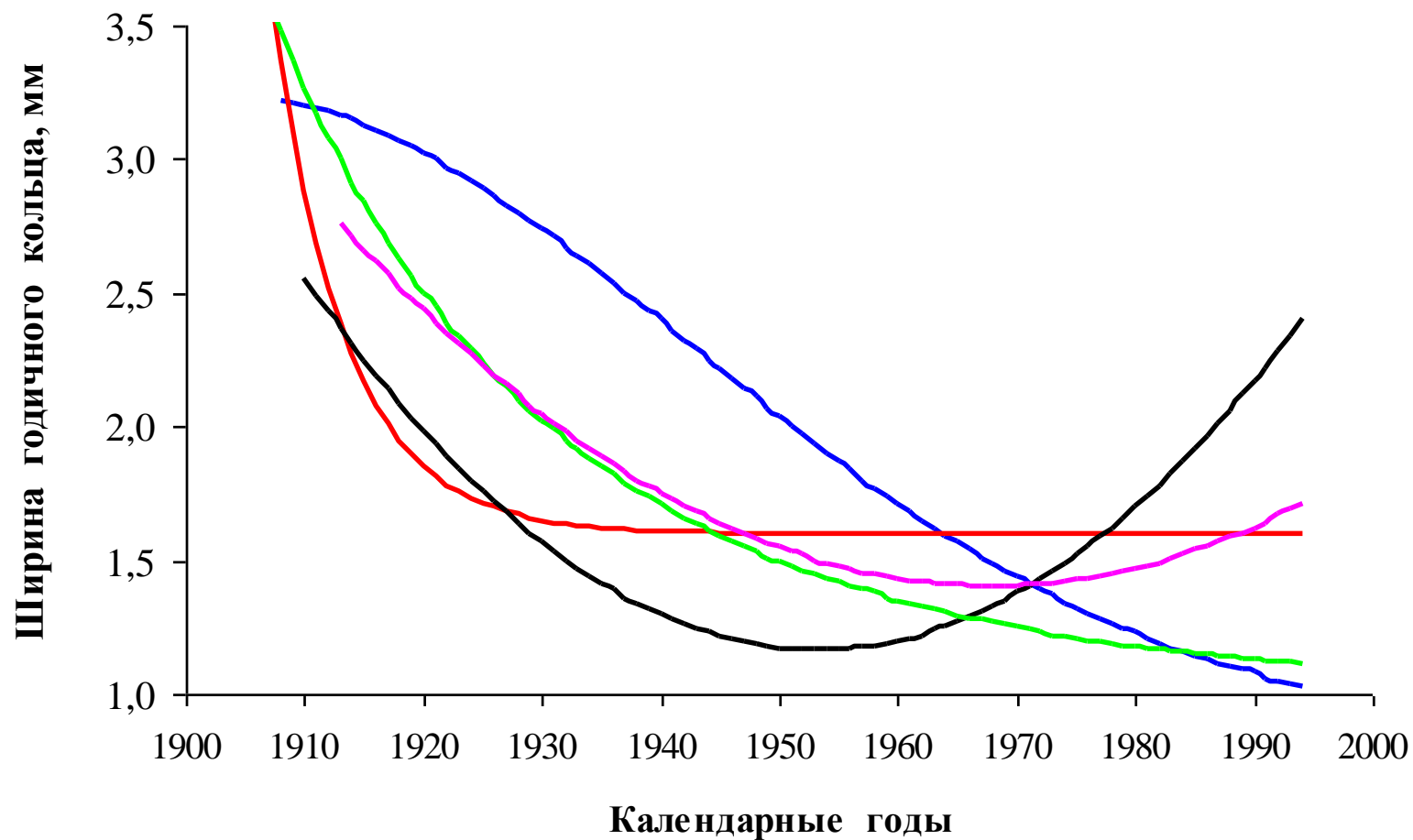
---

---

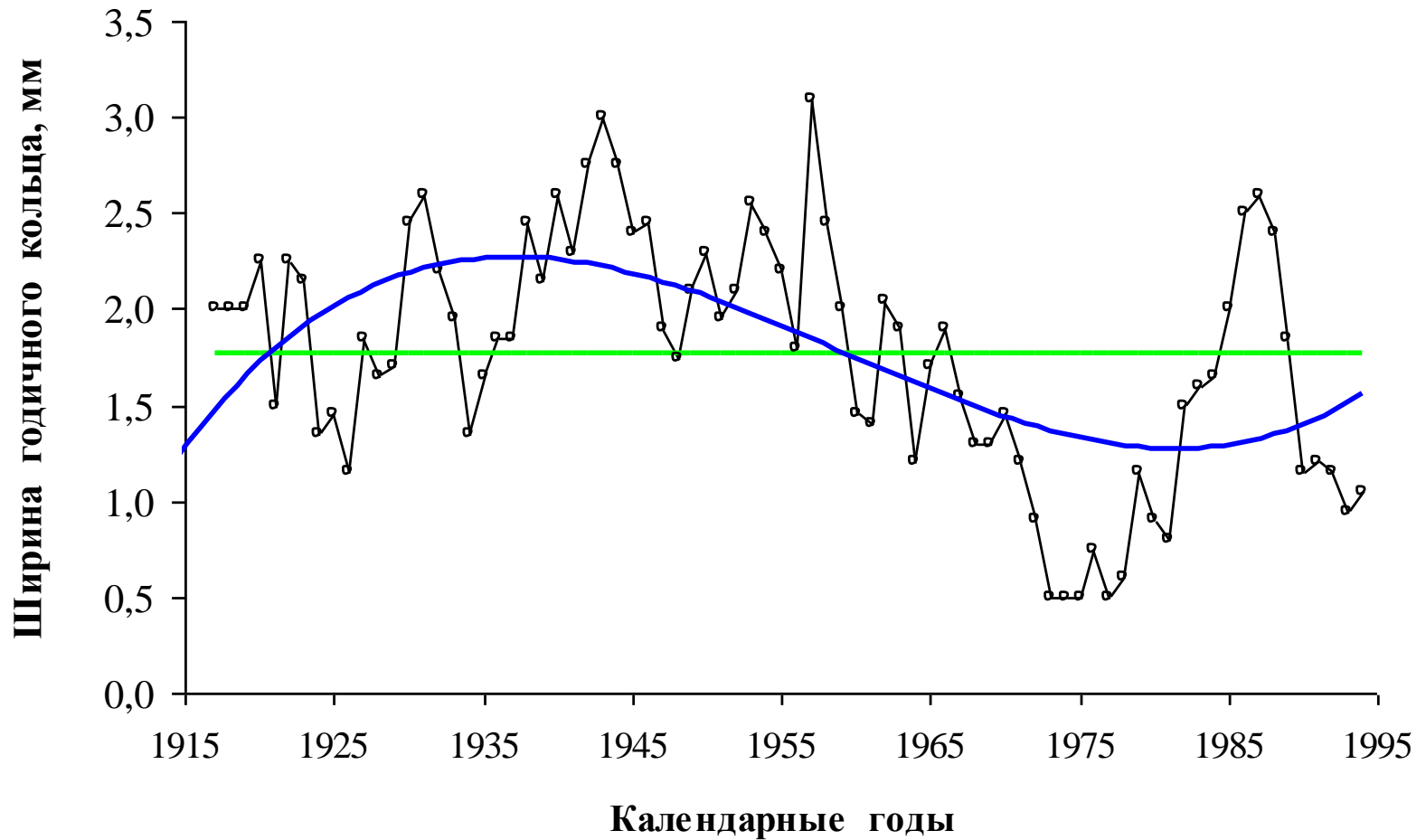
Попытаюсь пояснить это положение на конкретных примерах. Теоретическая форма кривой, описывающей возрастной тренд годичного прироста деревьев, *куполообразна*, т.е. в начале жизни дерева прирост постепенно увеличивается, достигая в определенном возрасте максимума, а затем медленно снижается. Фактически же формы возрастного тренда деревьев *очень разнообразны*.

---

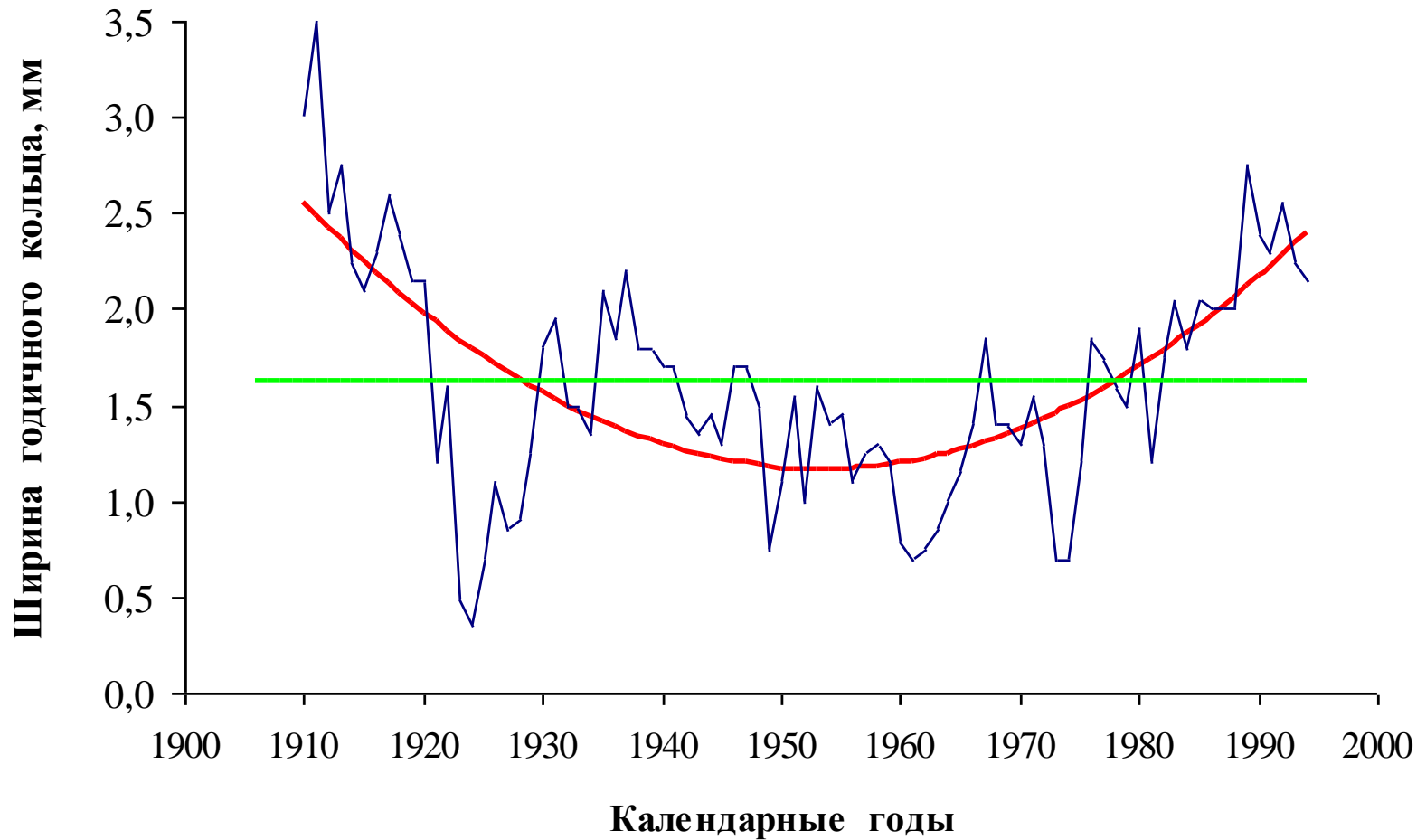
# Вариации форм возрастного тренда ширины годового кольца у лидирующих деревьев сосны в культуре 1905 года



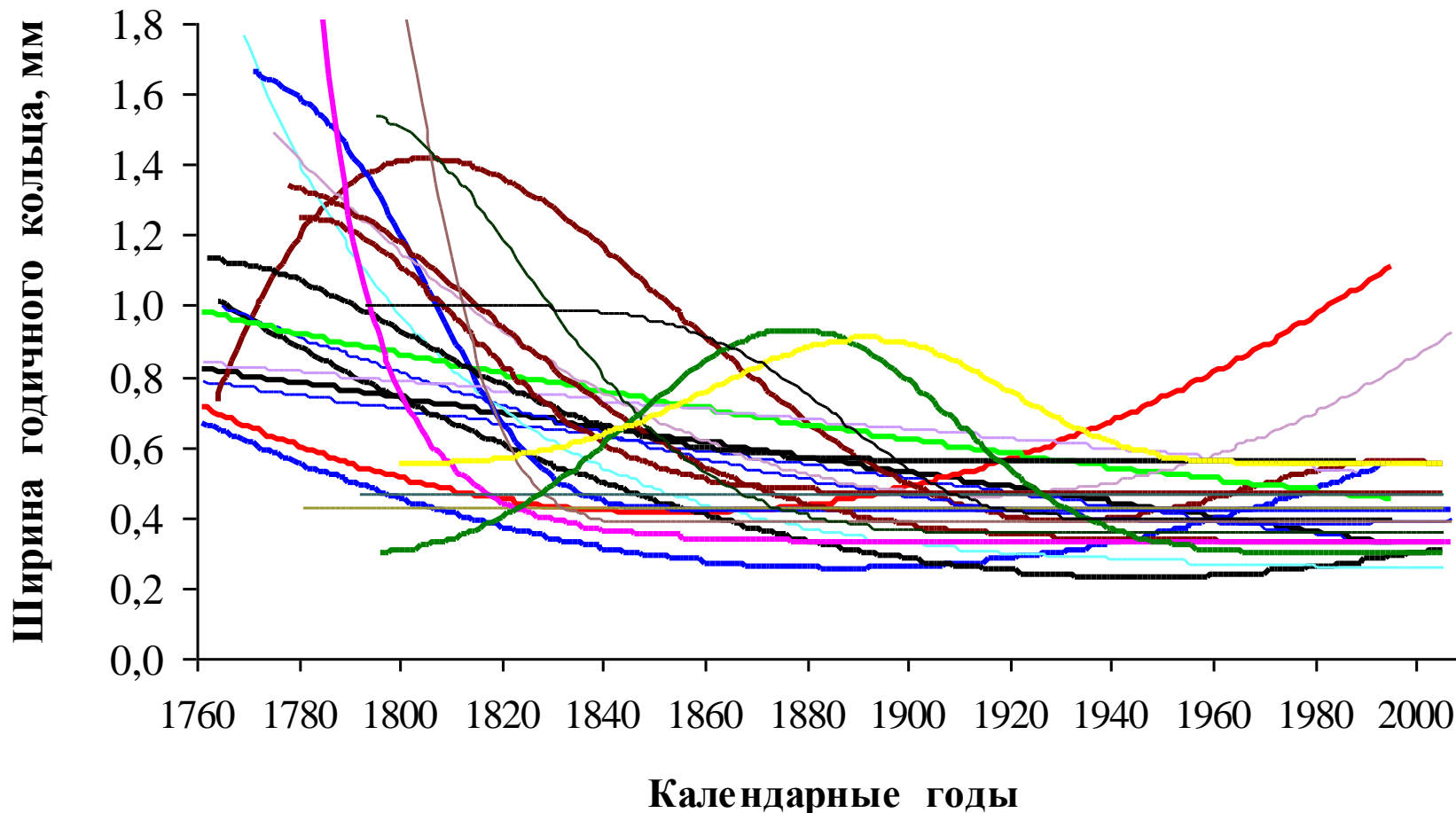
# Динамика ширины годичного кольца у дерева № 1 в культуре сосны



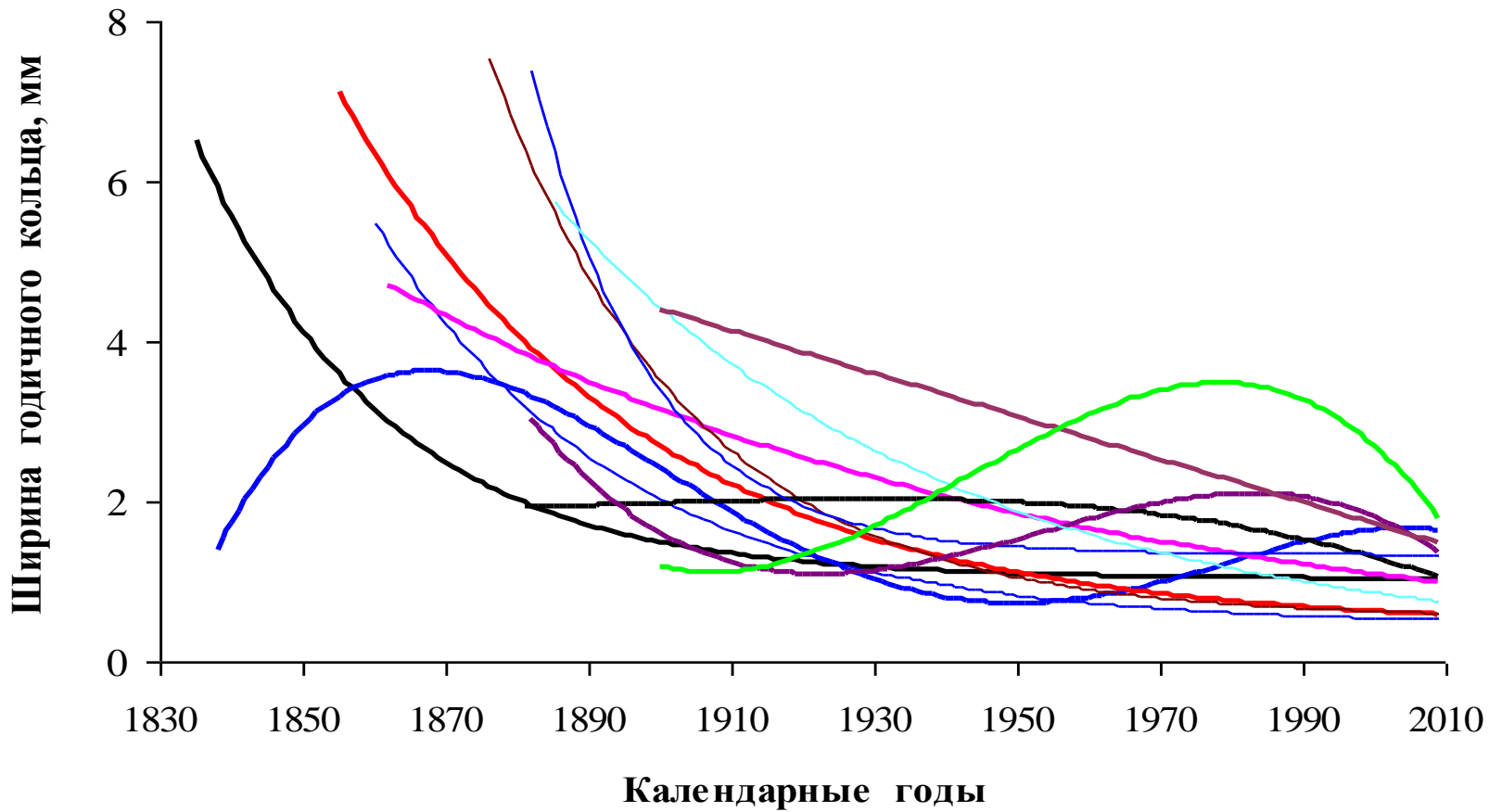
# Динамика ширины годичного кольца у дерева № 7 в культуре сосны



# Вариации форм возрастного тренда ширины годового кольца у деревьев сосны на олиготрофных болотах



# Вариации форм возрастного тренда ширины годовичного кольца у деревьев сосны в сложном пойменном насаждении



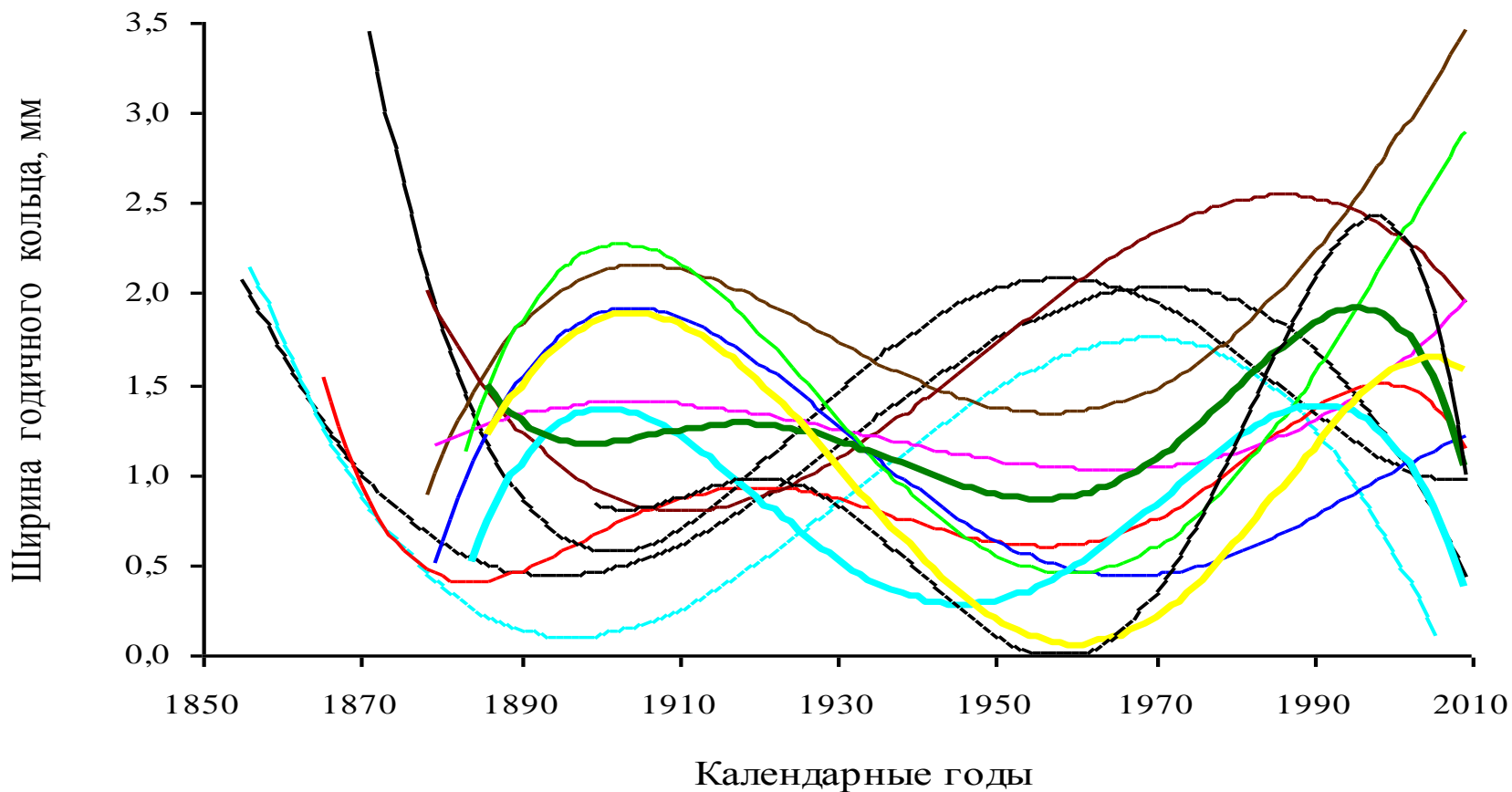


---

Формы кривых возрастного тренда годичного прироста у деревьев ели гораздо более разнообразны, чем у сосны и аппроксимируются в большинстве случаев полиномами высоких степеней (третьей, четвертой и даже шестой).

---

# Вариации форм возрастного тренда ширины годовичного кольца у деревьев ели в сложном пойменном насаждении



---

На вопрос о причинной обусловленности *различий линий возрастного тренда прироста деревьев* в пределах одного ценоза ОТВЕТИТЬ ОДНОЗНАЧНО ПОКА НЕЛЬЗЯ.

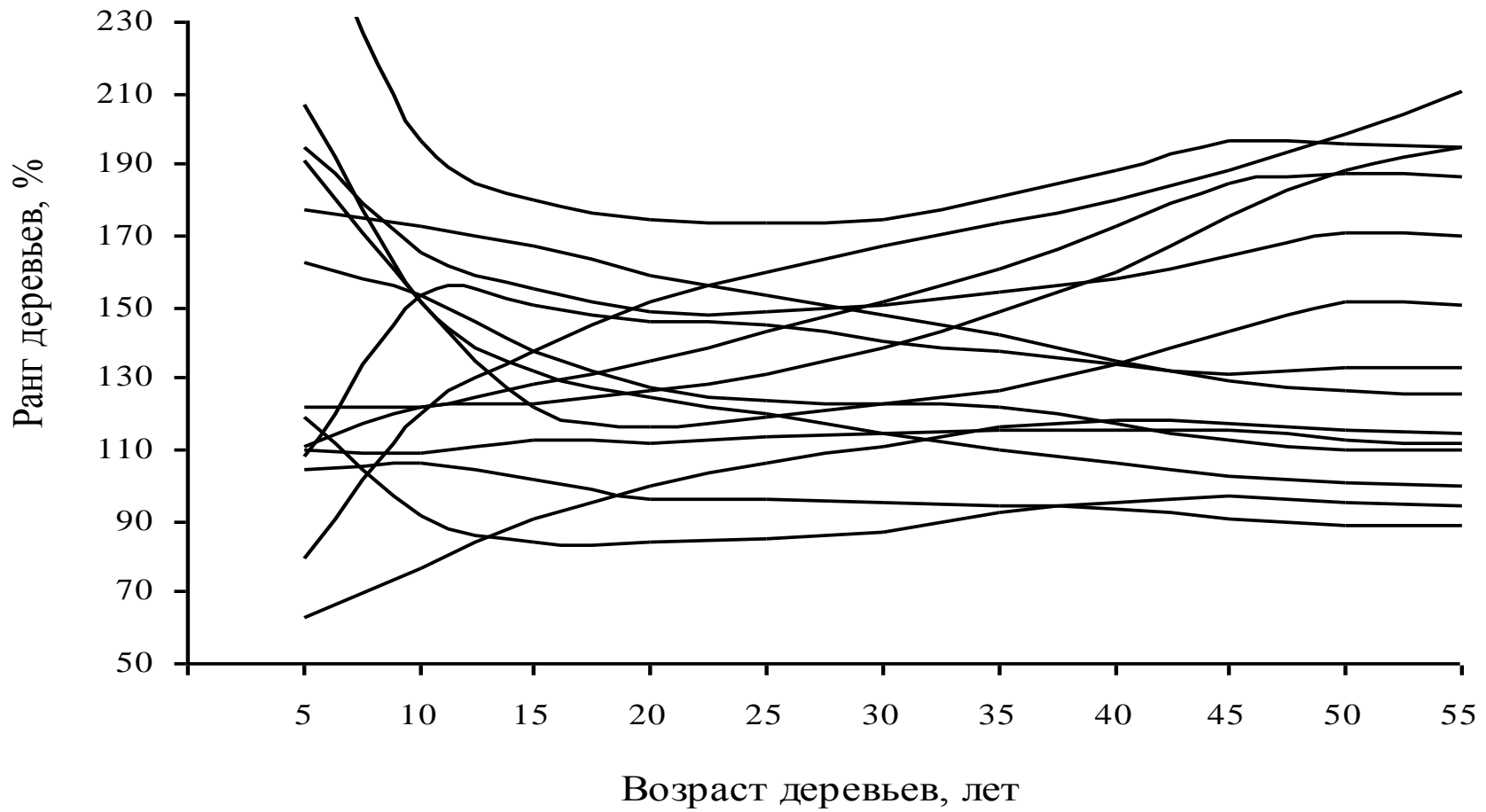
---

---

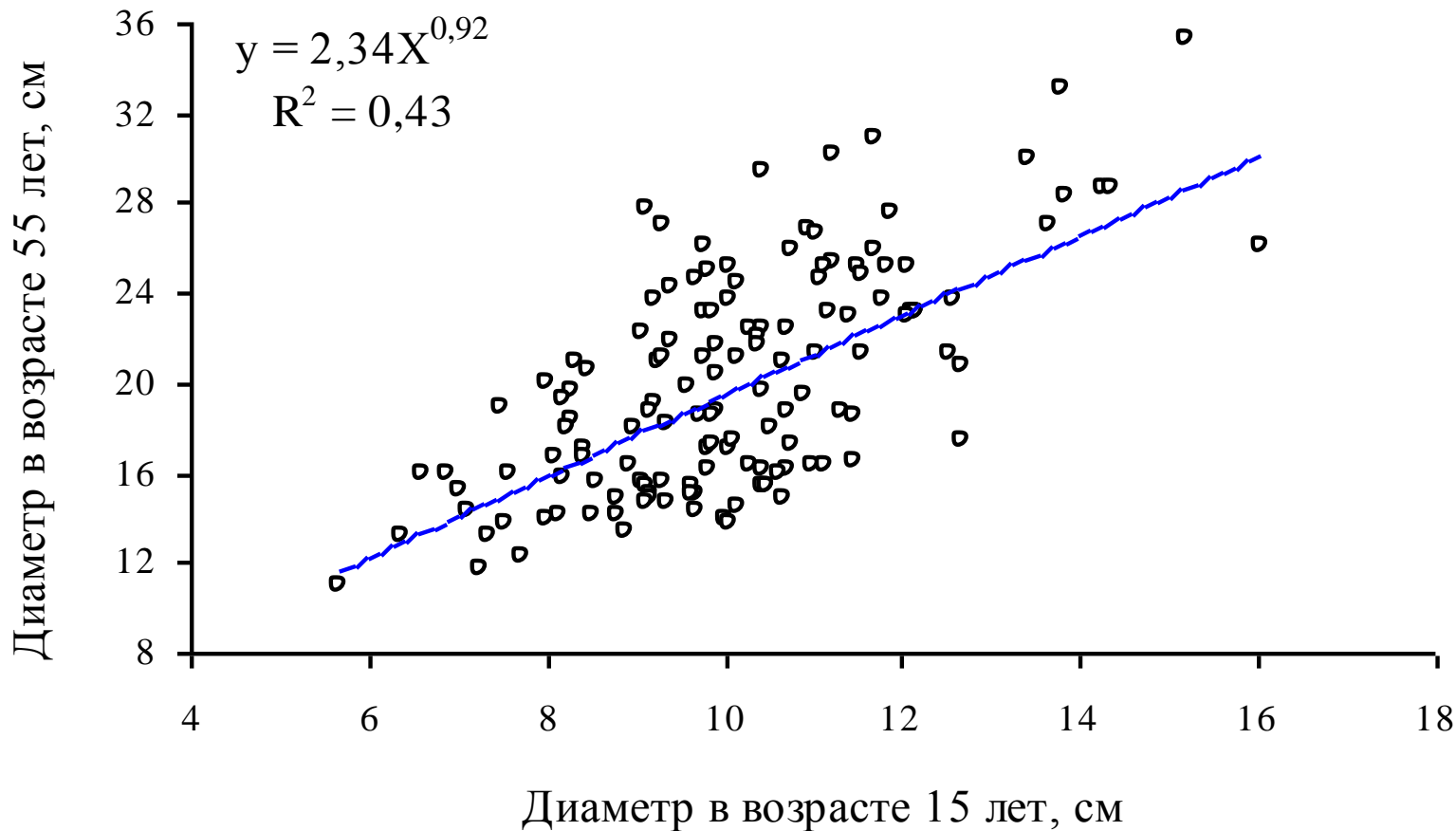
В результате различий возрастного тренда деревьев в пределах одного ценоза происходит их дифференциация по размерам. *Не одно дерево не сохраняет в течение жизни своего рангового положения в ценозе.*

---

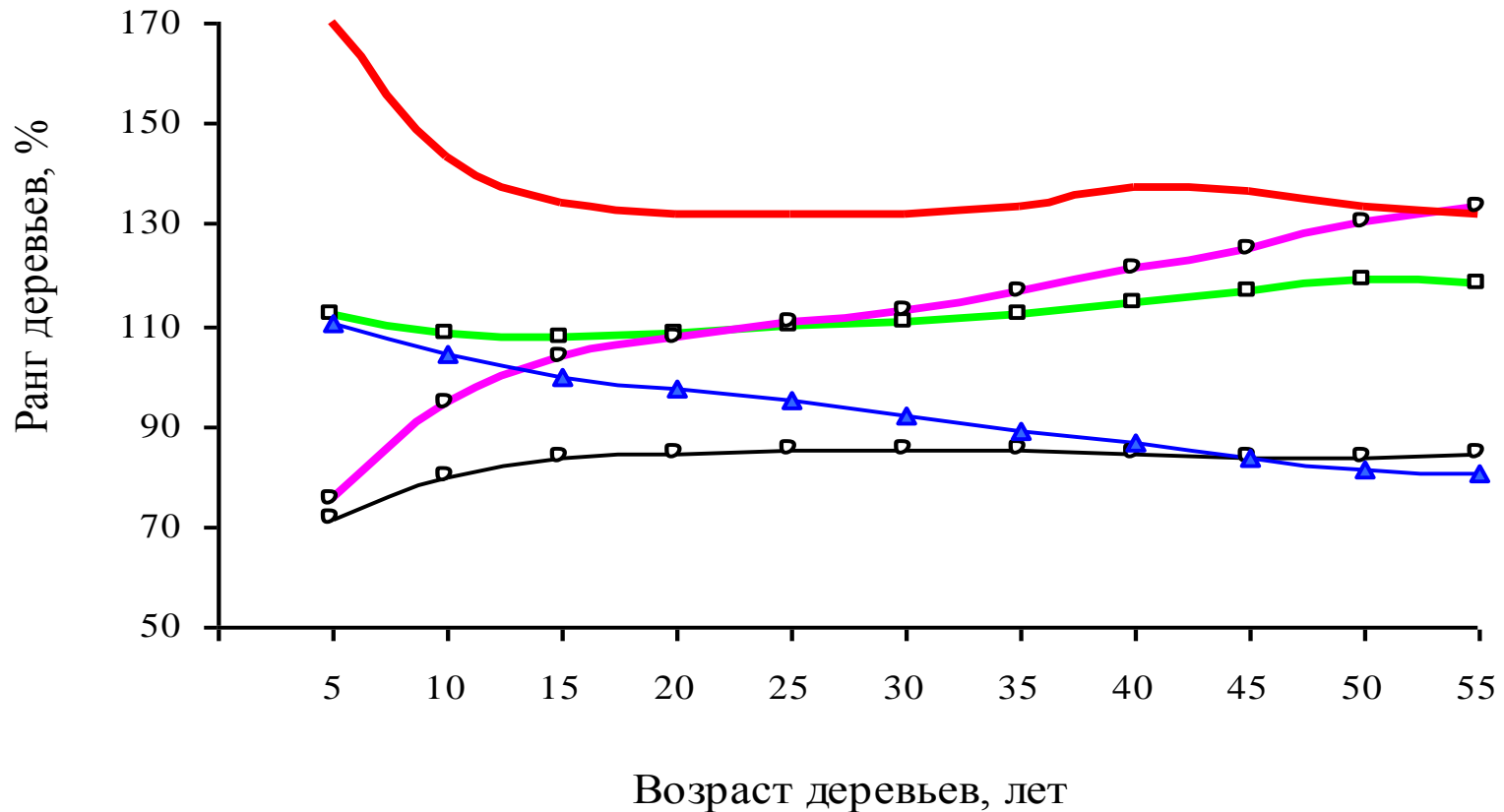
# Динамика рангового положения деревьев в культуре



# Установлено, что связь текущего диаметра с исходным постепенно ослабляется



По характеру роста все деревья в ценозе объединяются в ряд групп, степень участия которых неодинакова.



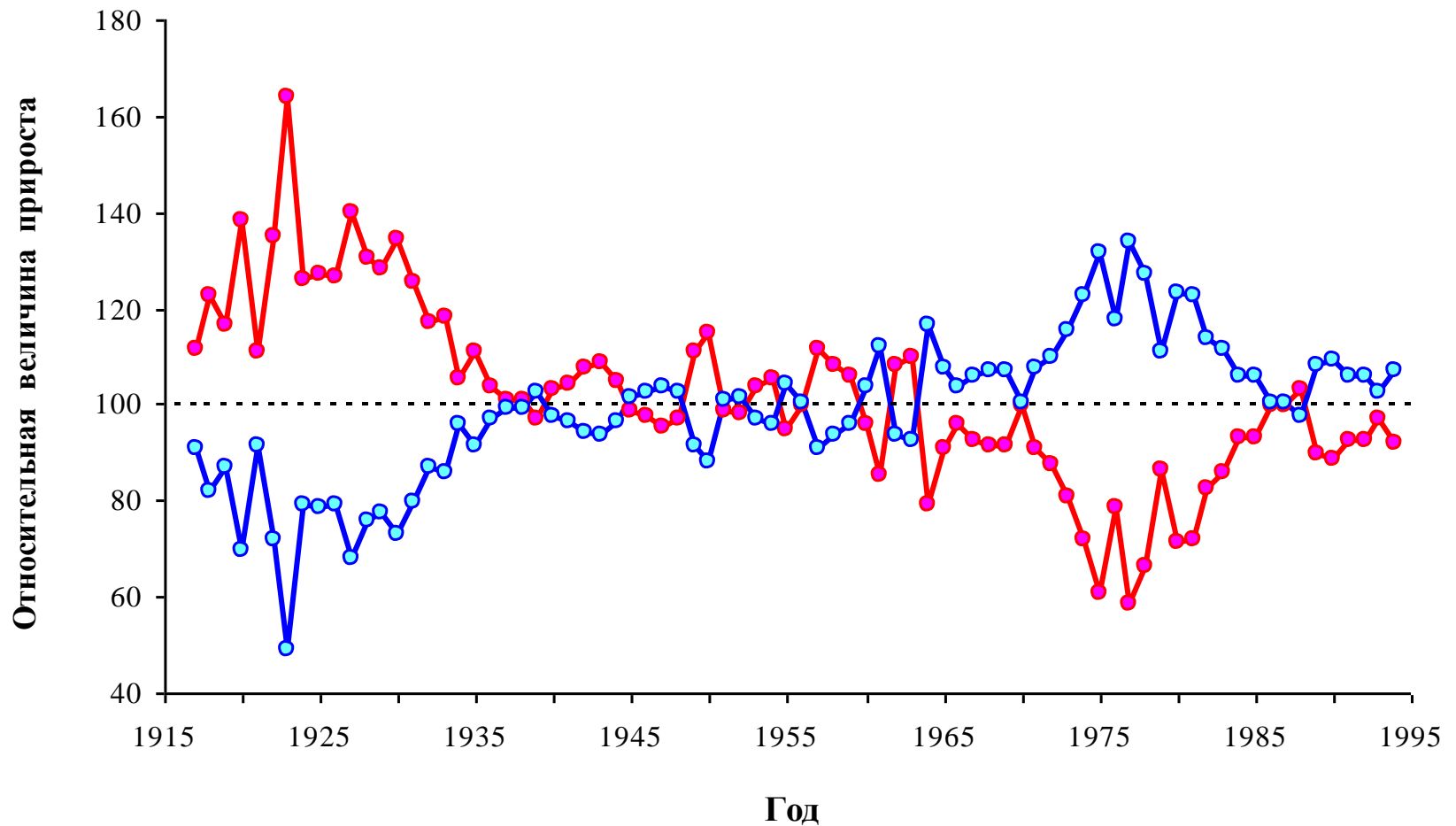
---

По характеру ритмики роста все деревья можно разделить на два различных кластера, положение которых в ценозе по *относительной ширине* годичного кольца является диаметрально противоположным и *периодически* через определенные промежутки времени меняется между собой местами. ***Причины этого феномена остаются пока неясненными.***

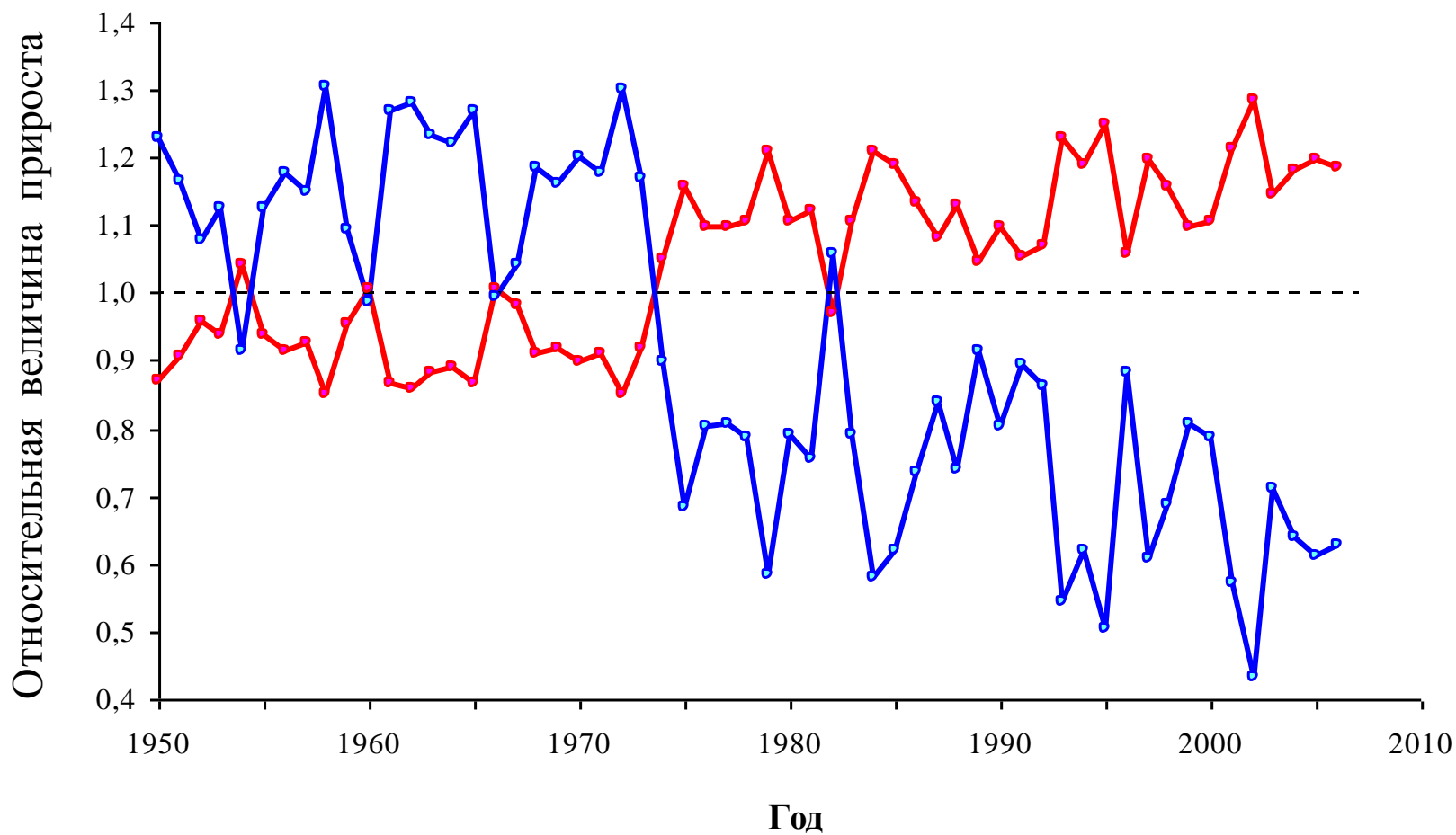
---



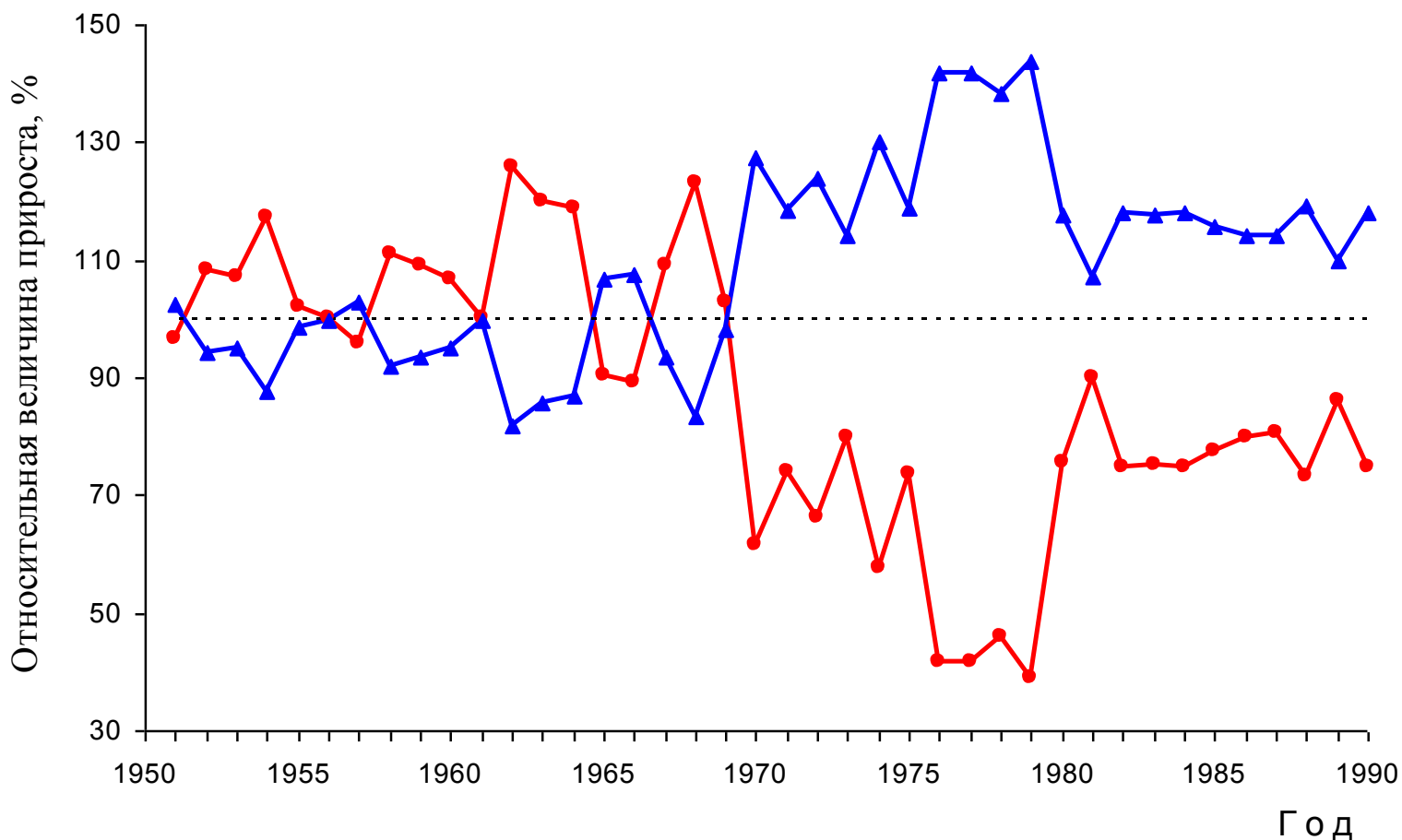
# Динамика относительного годичного прироста деревьев сосны разных кластеров в культуре



# Динамика относительного годовичного прироста деревьев ели разных кластеров



# Динамика относительной величины радиального прироста деревьев пихты разных кластеров в сложном пойменном насаждении



---

Установлено, что в ценопопуляциях древесных растений присутствуют особи, по-разному реагирующие на изменение условий среды, ***что сильно затрудняет оценку связи прироста с метеорологическими факторами.***

---

Для оценки реакции деревьев на изменения условий среды, особенно на флуктуации климата, обычно используют индексы прироста, которые, как показали расчеты, изменяются в очень больших пределах, что свидетельствует о их высокой информативности.

### Изменчивость индексов ширины годичных колец хвойных деревьев

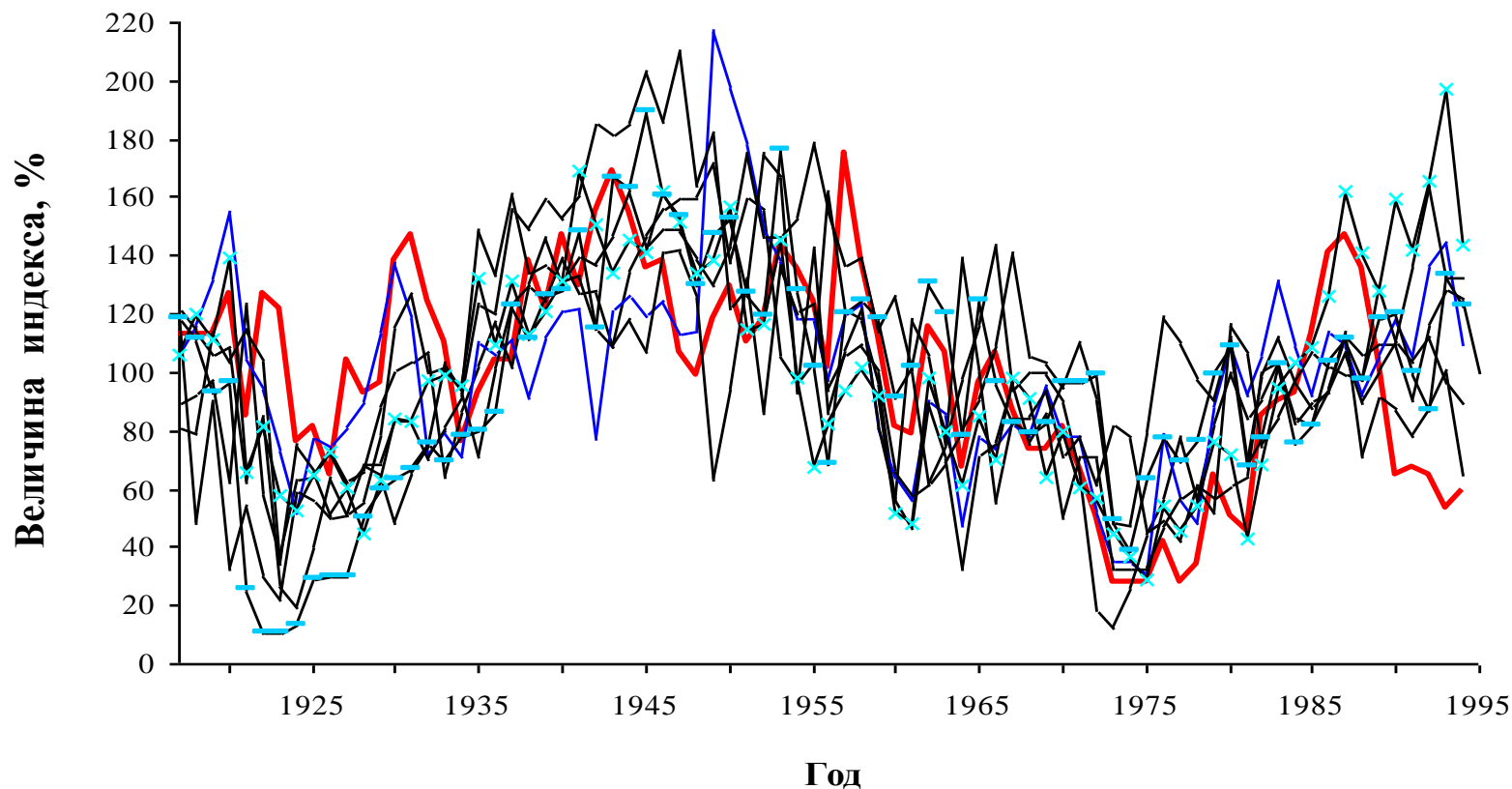
Древесная порода	Показатели изменчивости индексов ширины годичных колец, %		
	min	max	$S_x$
Сосна	13,0	235,8	32,9
Ель	7,8	299,5	41,4
Пихта	26,4	250,6	34,8

---

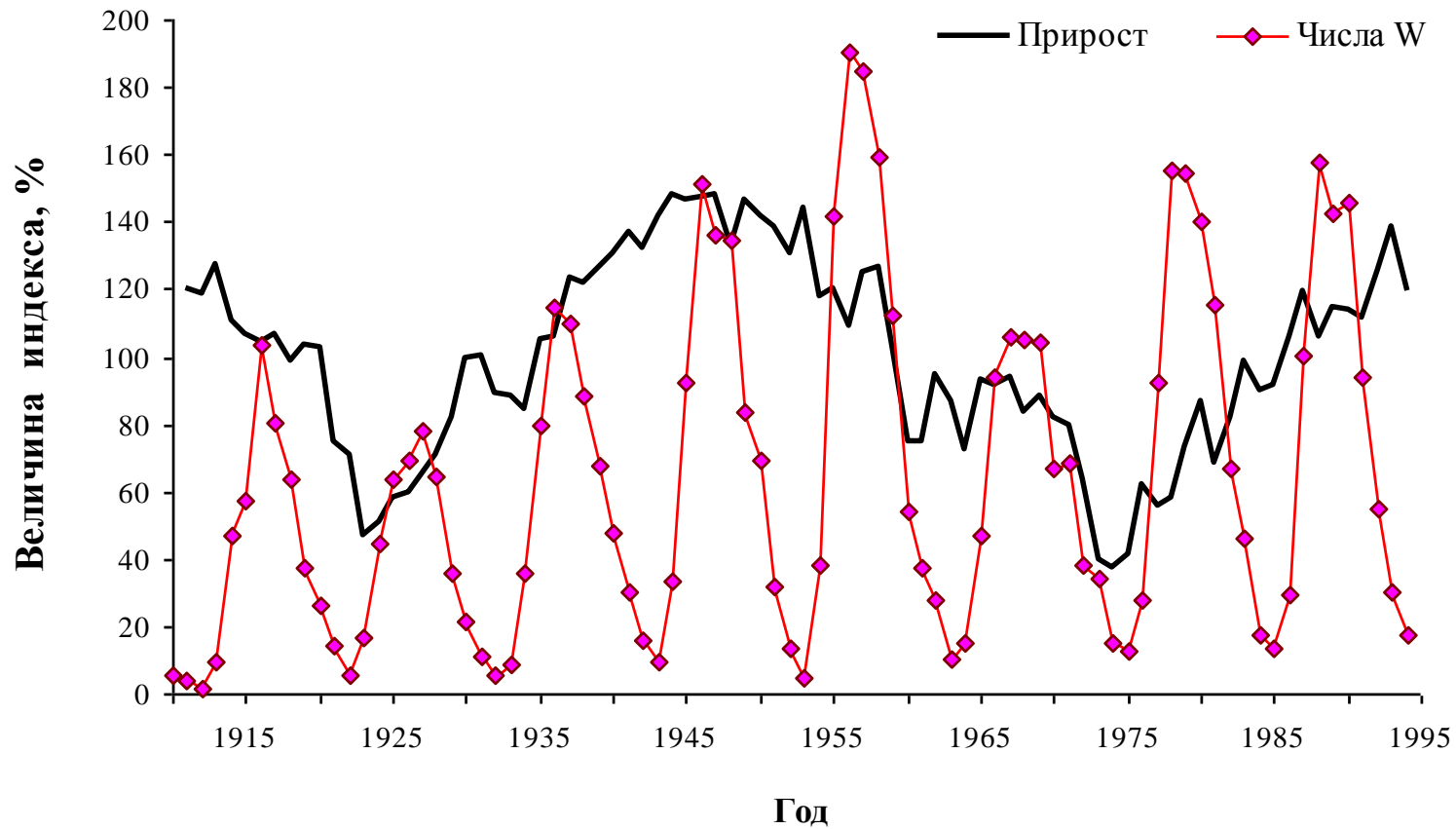
Анализ влияния климата на вариабельность индексов прироста деревьев целесообразно начать с простых одновозрастных древостоев, где роль внутриценотических факторов минимальна. В качестве такого объекта исследования были выбраны культуры сосны, созданные в 1905 году на современной территории заповедника «Большая Кокшага».

---

Исследования показали, что несмотря на большую изменчивость значений индекса у деревьев, в динамике показателя четко выделяется наличие **ВОЛНОВОЙ КОМПОНЕНТЫ** с периодом около 50 лет.

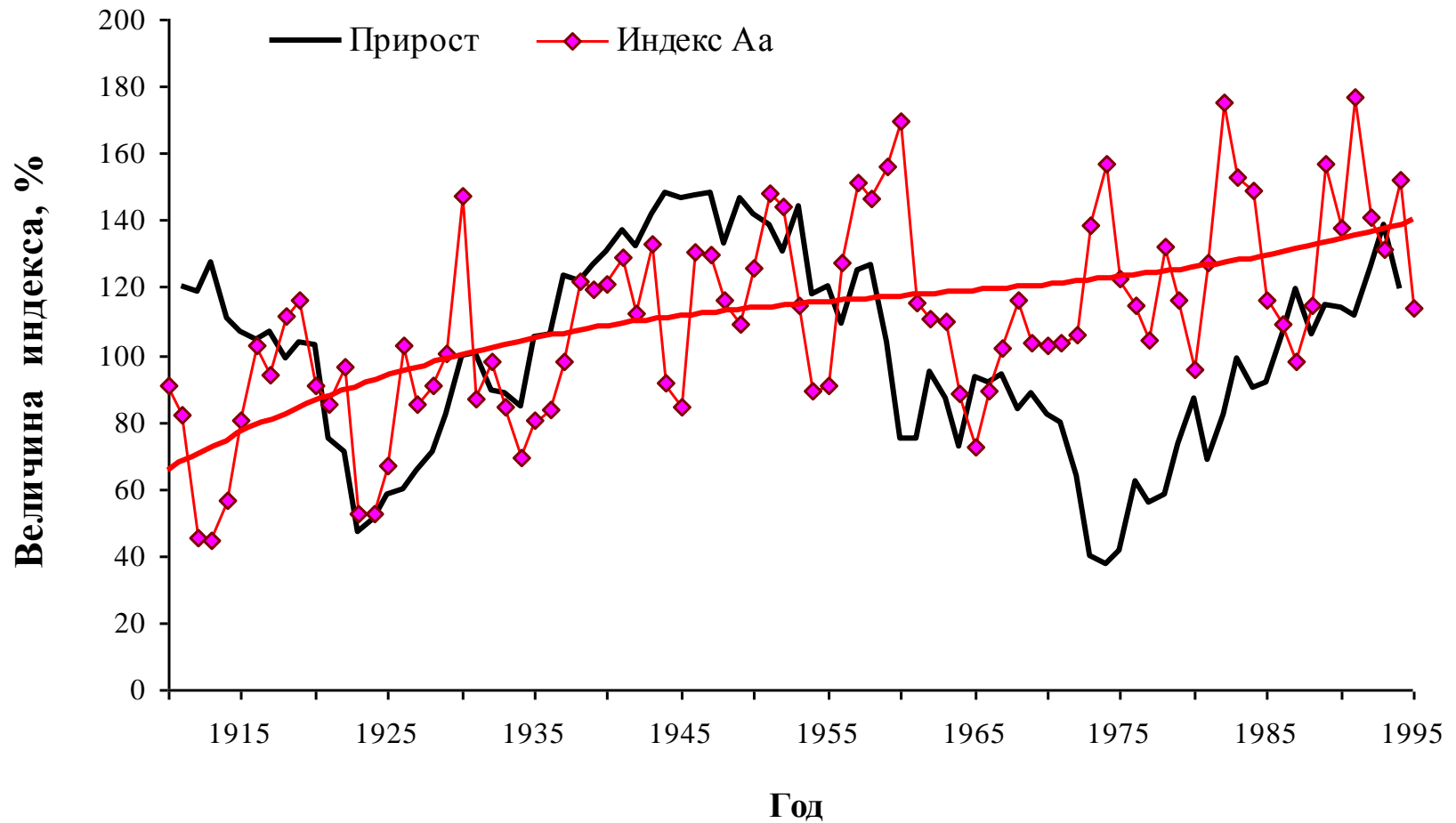


Анализ графика показал, что изменения индекса прироста деревьев не связаны ни с вариациями солнечной активности и магнитного поля Земли, ни с колебаниями климата.

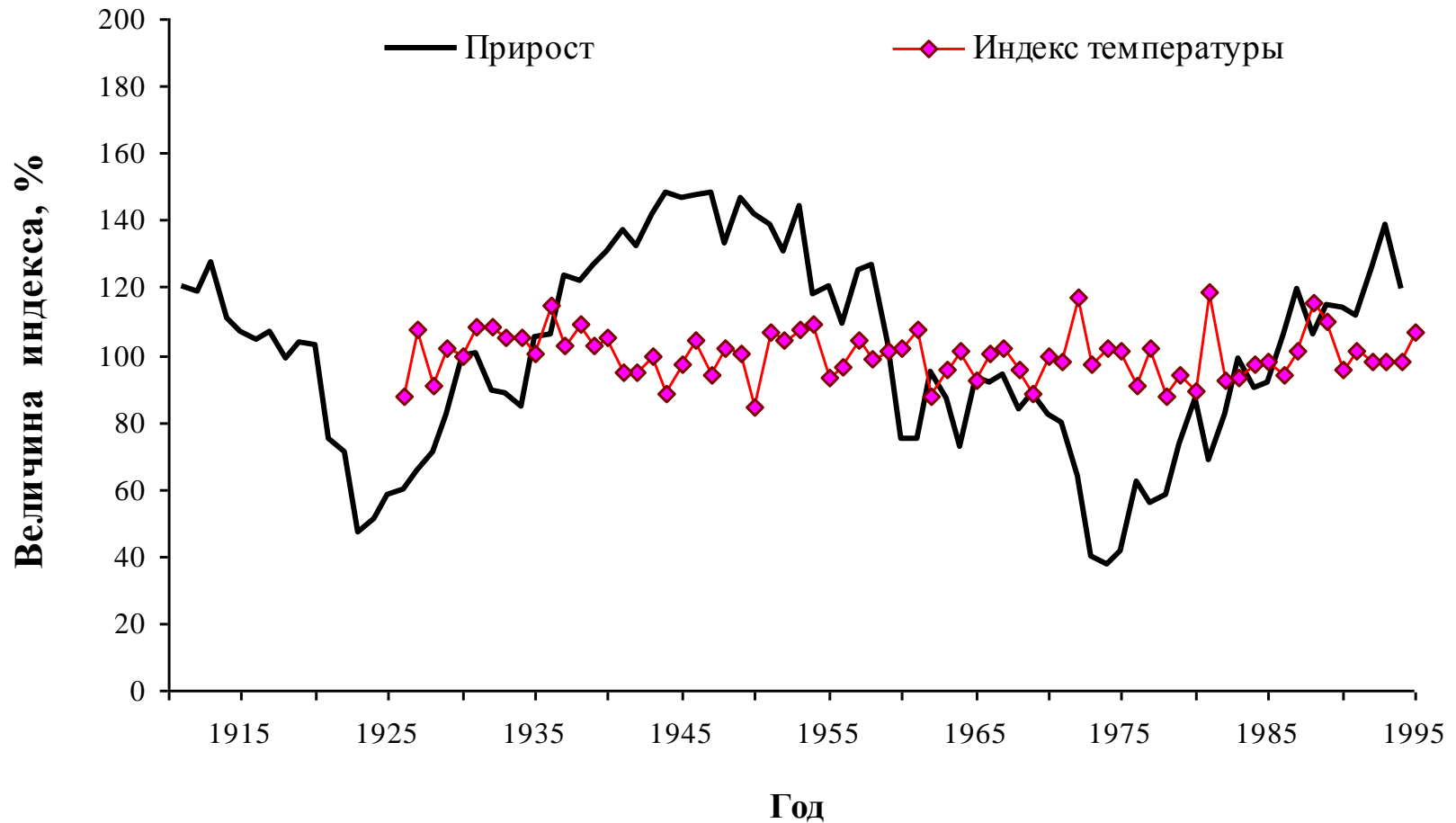




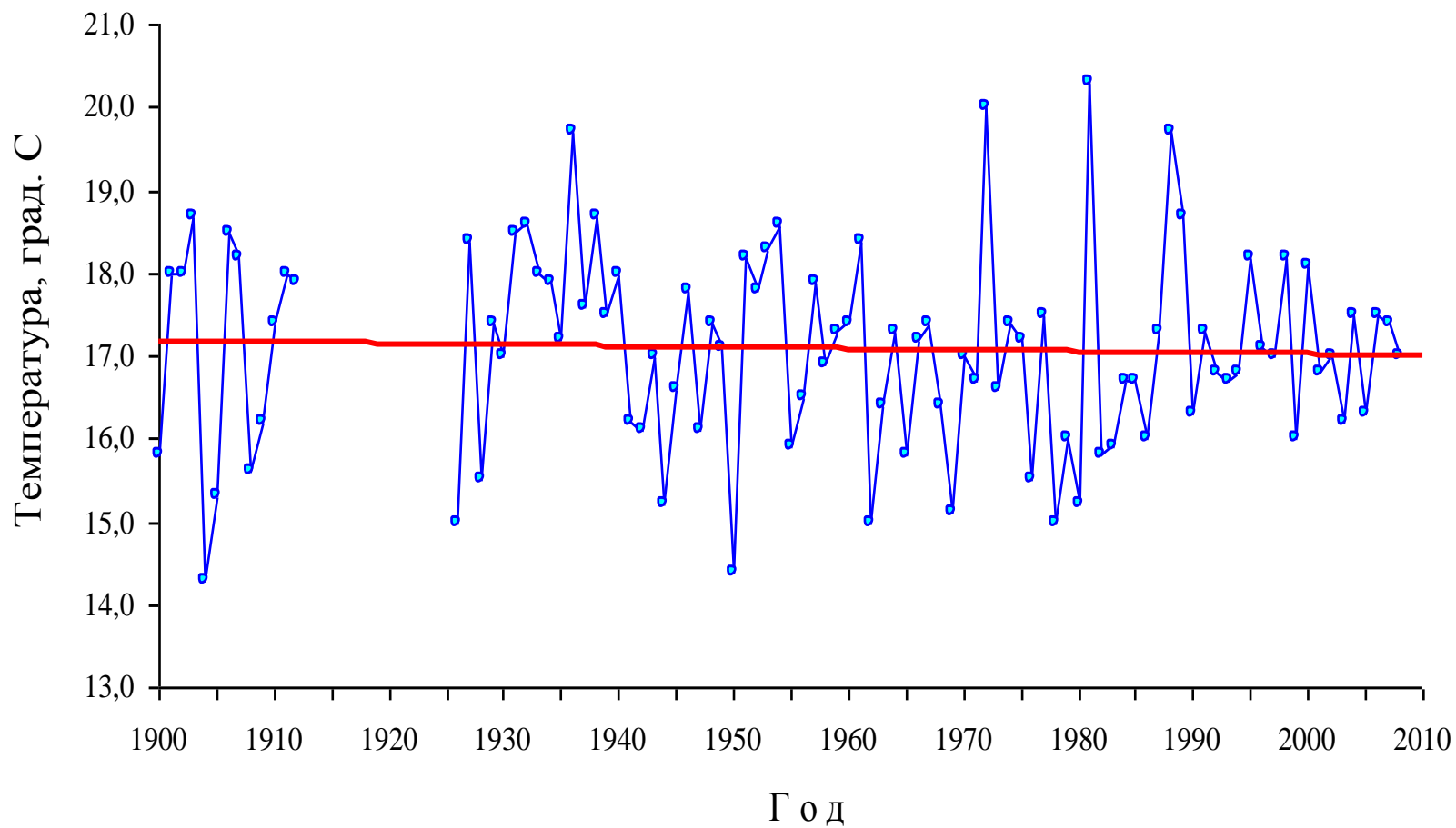
# Динамика индексов прироста деревьев и возмущений магнитного поля Земли



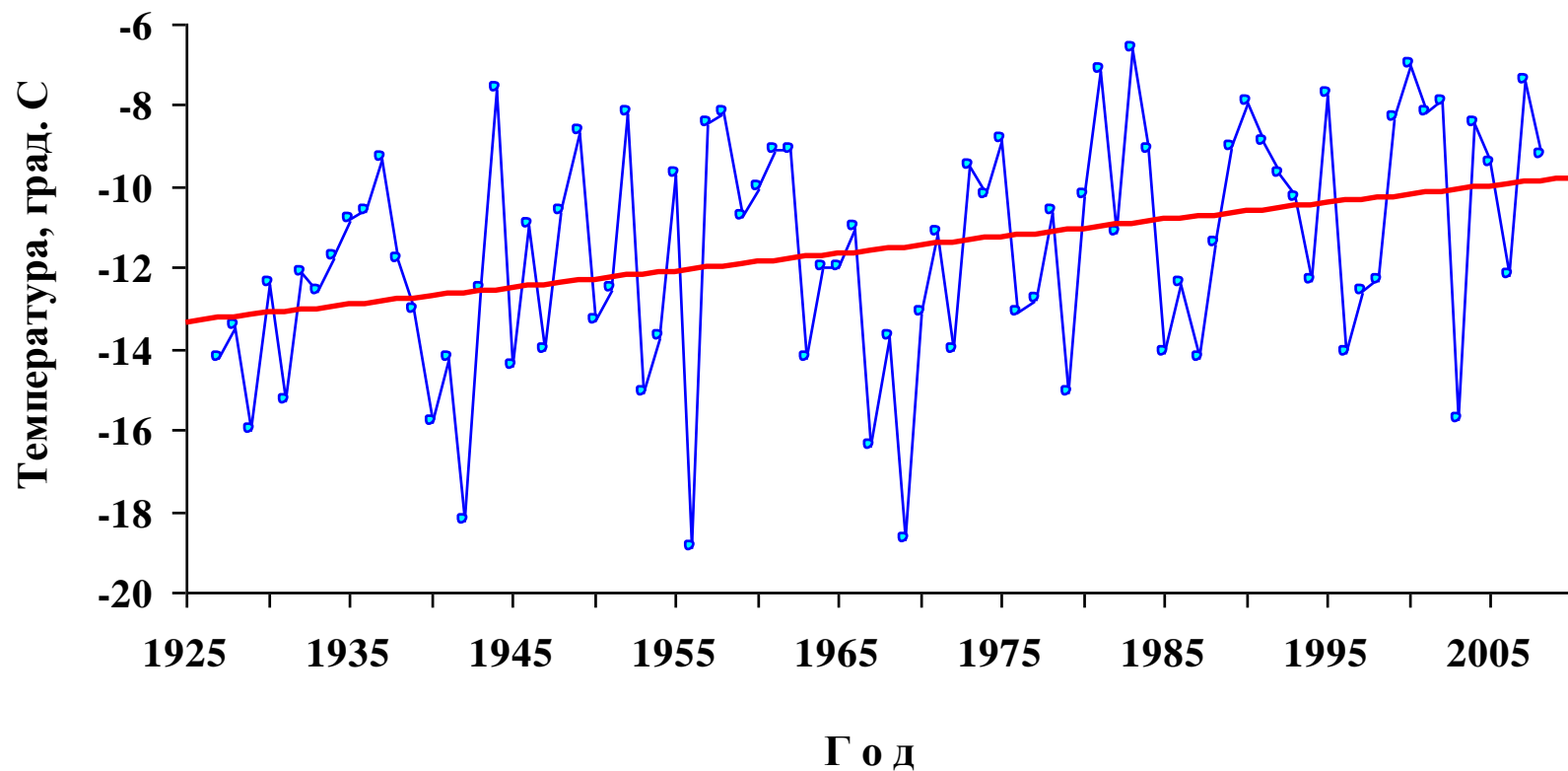
# Динамика индексов прироста деревьев и средней температуры летних месяцев



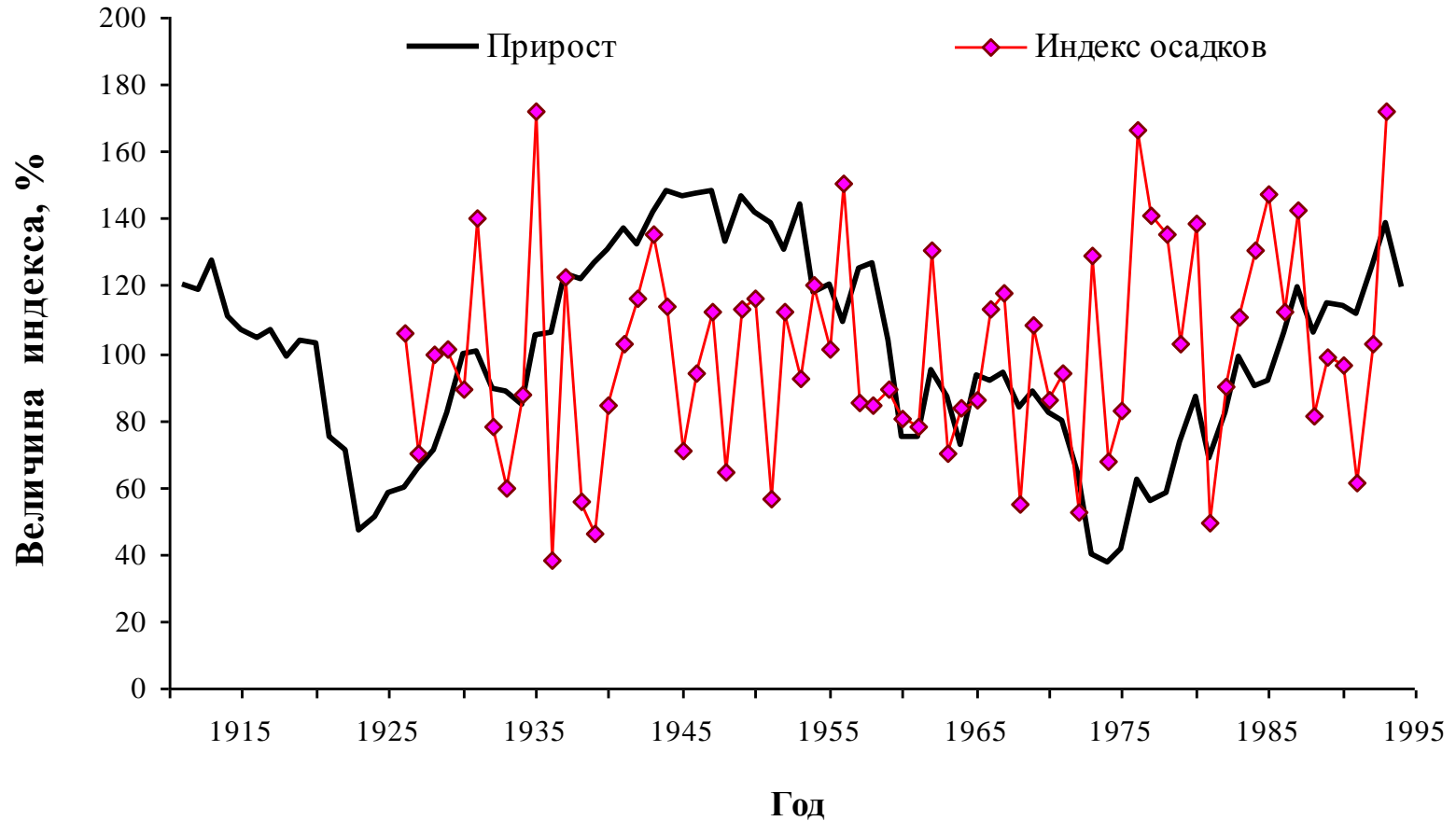
# Динамика средней температуры летних месяцев



# Динамика средней температуры зимних месяцев



# Динамика индексов прироста деревьев и суммы летних осадков



---

С чем же связана динамика индексов годовичного прироста деревьев? Необходимо, на наш взгляд, отказаться от гипотезы ***климатической обусловленности*** и выбрать другую исходную гипотезу. Возникает законный вопрос – какую? Интересная идея была высказана еще в конце 19 века немецким ученым Г. Клебсом, суть которой состоит в том, что снижение текущего прироста у деревьев происходит в результате истощения запасов питательных веществ и влаги в их прикорневой зоне, после восстановления которых прирост вновь увеличивается.

---

---

Рамки положения, выдвинутого Г. Клебсом применительно к отдельному дереву, необходимо, на наш взгляд, расширить до уровня биогеоценоза и даже бассейновых геосистем, в которых регуляция роста и продуктивности древостоев осуществляется автоматически посредством обратных связей с состоянием педосферы.

---

---

Мощным *модифицирующим* фактором в этом процессе являются, как показал анализ результатов исследований, крупные пожары, которые, повреждая леса на больших пространствах, приводят к снижению испаряемости влаги и автоматическому поднятию уровня грунтовых вод, что давно было подмечено исследователями.

---

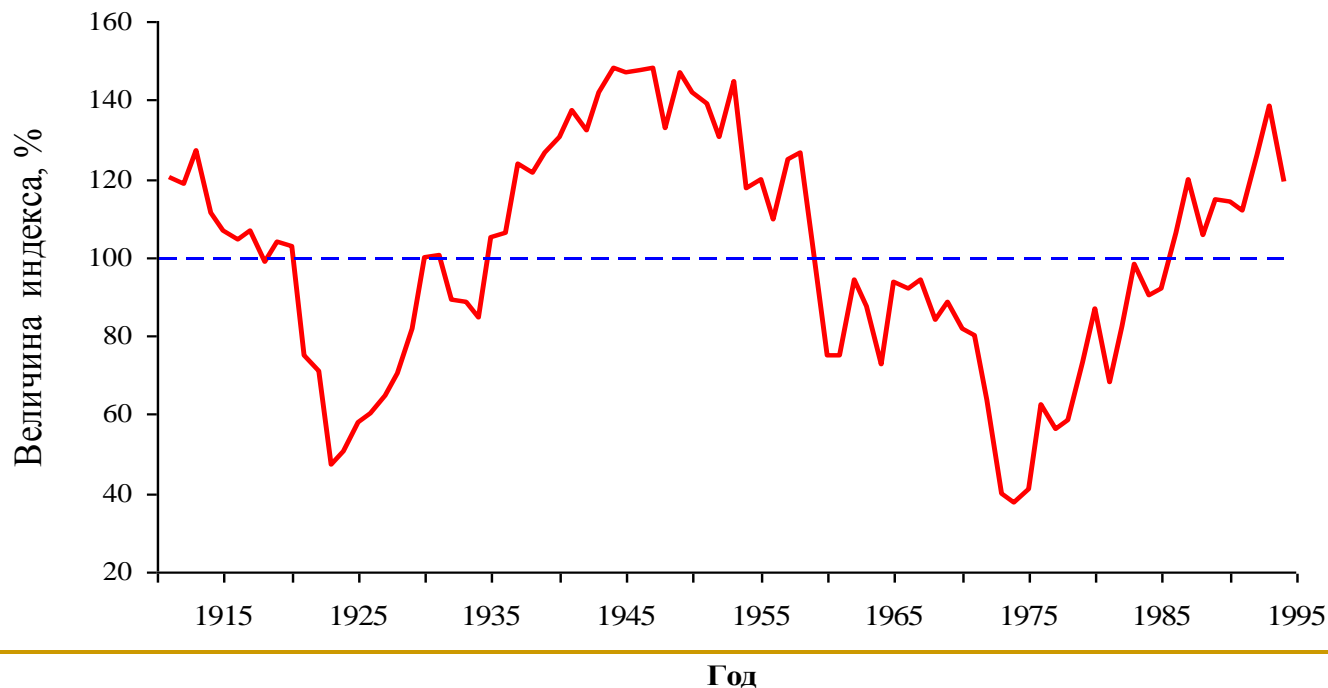


---

При пожарах также выбрасывается в атмосферу огромное количество зольных элементов, выпадающих на прилегающие к горям территории, что восполняет запас питательных веществ в почве. Источником поступления элементов минерального питания растений является также атмосферная пыль, повышению концентрации которой способствуют извержения вулканов, пыльные бури и даже метеорные «дожди».

---

Если принять эту гипотезу за основу, то причина волновой динамики индекса прироста становится вполне объяснимой. Взглянем еще раз на этот график. После катастрофических пожаров 1921 года начался подъем величины индекса прироста, который закончился в 1945 году в связи с недостатком для деревьев запасов влаги и питательных веществ. Неуклонное падение индекса прироста продолжалось вплоть до пожаров 1972 г. Затем цикл возобновился.



---

Таким образом, последствия локального воздействия на лесные массивы, которые являются целостными самоорганизующимися и саморазвивающимися суперсистемами, проявляются на уровне отдельных биогеоценозов очень длительное время и еще крайне слабо изучены.

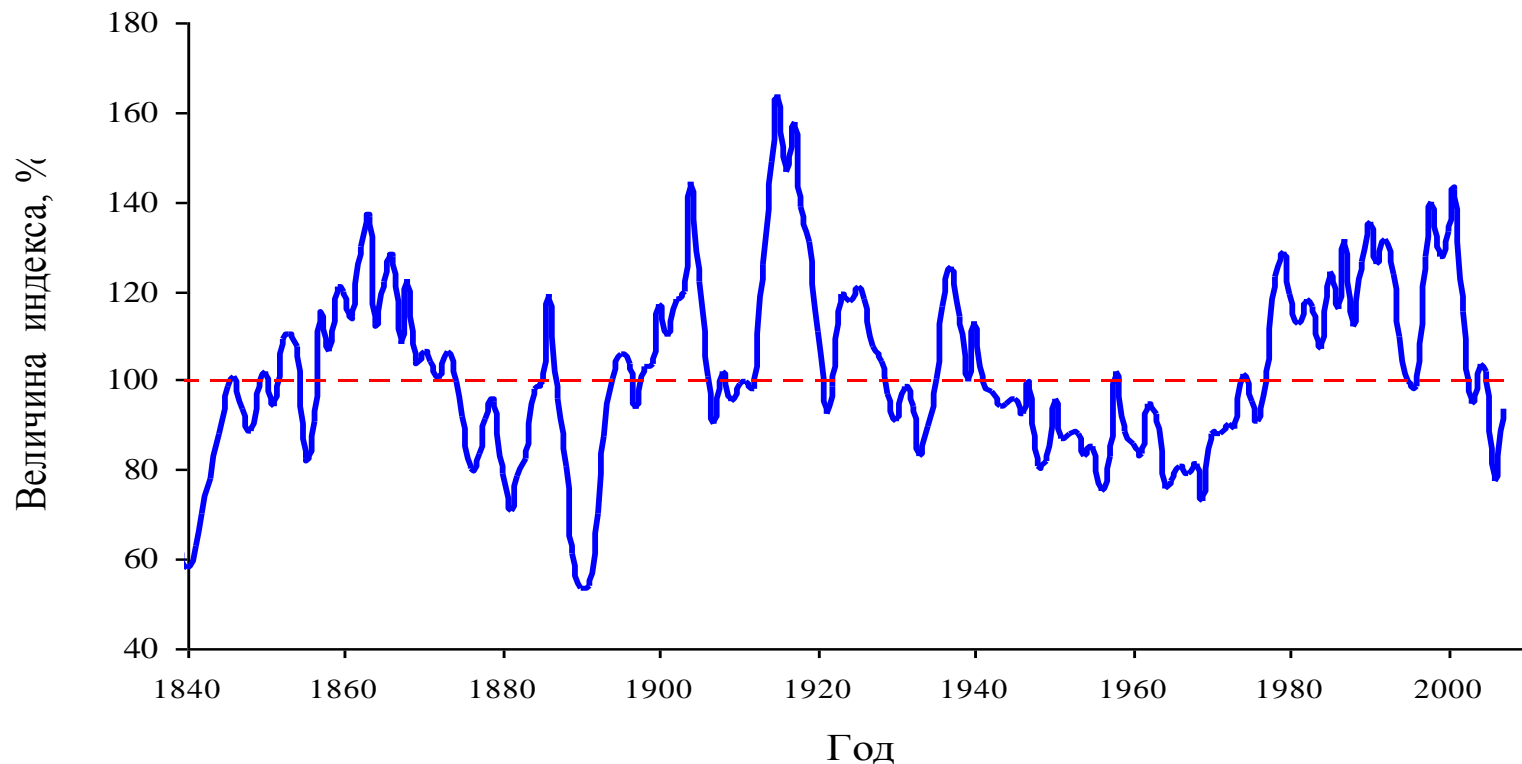
---

---

Анализ графика и выявленной закономерности приводит к весьма интересным мыслям. *Сможем ли мы с помощью лесохозяйственных приемов повысить продуктивность всего лесного массива на площади водосборного бассейна?* Оказывается нет, так как это увеличит водопотребление, понизит уровень грунтовых вод, что автоматически приведет к снижению прироста и продуктивности лесов.

---

Динамика индексов прироста деревьев в других типах леса, в частности в сосняках сфагновых, совершенно иная. Здесь четко выделяется две волновые компоненты с периодом 62 года и 13,8 лет. Ни одна из них не связана напрямую с климатическими вариациями, но хорошо согласуется с лесными пожарами. Однако пожары 1921 года привели не к увеличению, а падению прироста, продолжавшемуся вплоть до пожаров 1972 года.

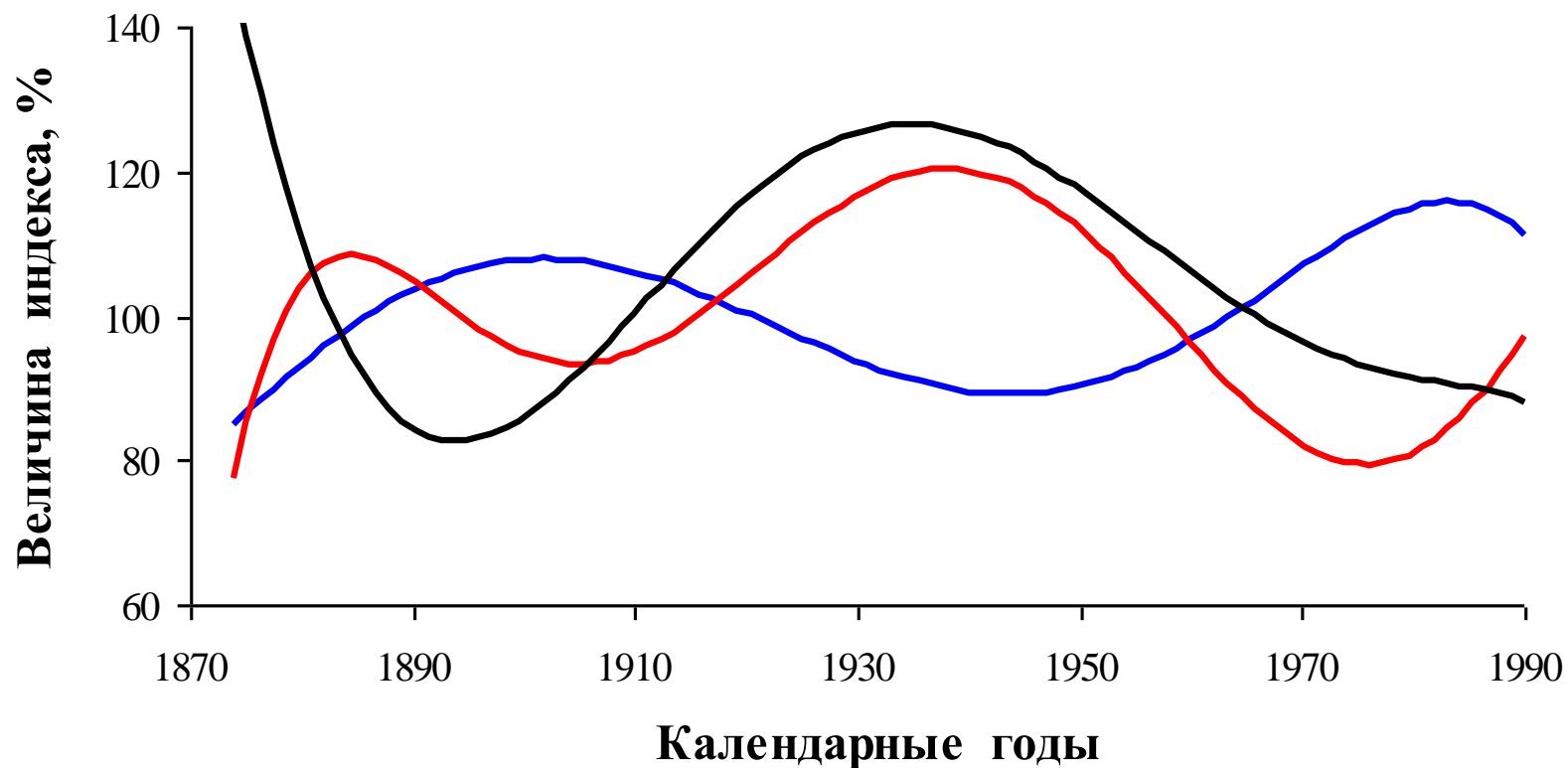


---

Особенно велика изменчивость индекса прироста деревьев в сложных разновозрастных древостоях, что свидетельствует о нестабильности условий среды в данных биотопах, связанной с процессом элиминации деревьев разных пород и возрастных поколений.

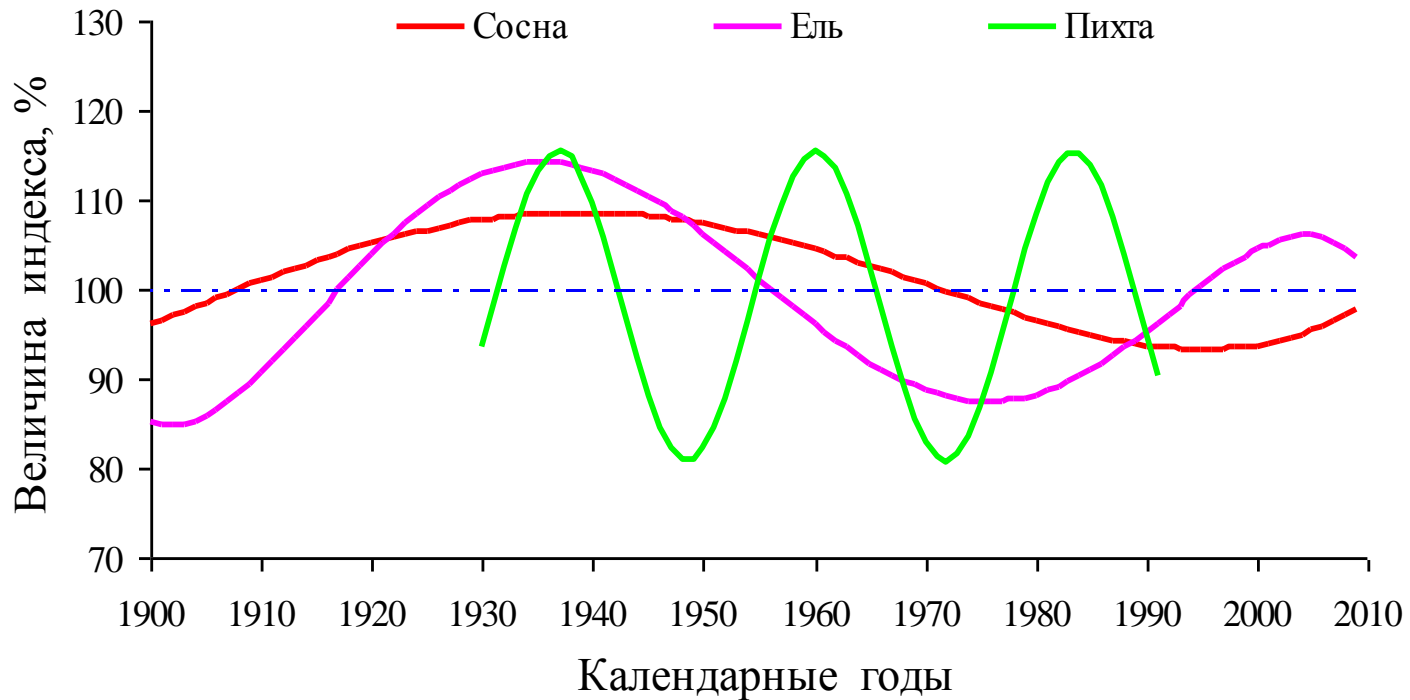
---

По характеру ритмики значений индекса все деревья в этих ценозах можно разделить на ряд кластеров.



**Динамика индексов ширины годичных колец деревьев сосны разных кластеров в лесопарке «Дубовая роща»**

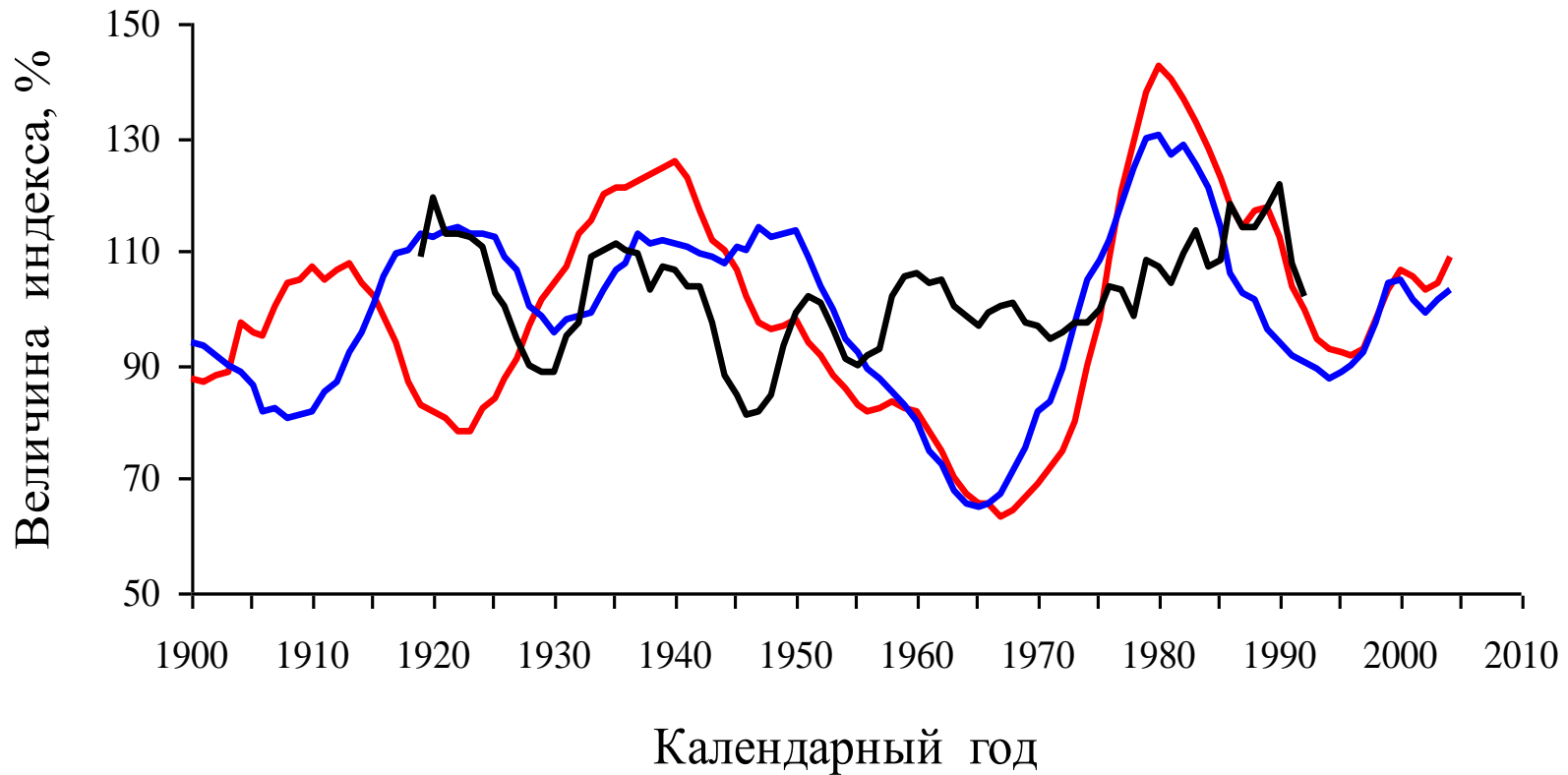
Средняя величина индекса ширины годовых колец деревьев разных пород изменяется во времени в пределах одного биогеоценоза сугубо специфически.



**Динамика основной волновой компоненты индексов ширины годовых колец хвойных деревьев в лесопарке «Дубовая роца»**



Характер динамики показателя у деревьев одной породы в разных биотопах также неодинаков.



Сглаженные ряды средней величины индекса ширины годичных колец деревьев ели в различных биогеоценозах поймы р. Б. Кокшага

*Асинхронность ритмики роста деревьев* - одно из проявлений феномена биоразнообразия и необходимое условие устойчивости сообщества, позволяющее свести к минимуму вероятность кризисных ситуаций, происходящих в результате взаимного наложения волновых процессов и возникновения биений, которые опасны для любой динамической системы. Гетерогенность ценопопуляций служит необходимым условием их устойчивого существования в изменяющихся условиях среды, способствует нивелированию прироста биомассы и повышению эффективности использования индивидуумами энергетических и материальных ресурсов.

## Выводы:

- 1) динамику годичного прироста древостоя определяют в основном внутренние биоценологические факторы, а флуктуации климата оказывают лишь модифицирующее влияние;
- 2) леса на всех уровнях их организации (от элементарного биогеоценоза до водосборного бассейна) являются хорошо организованными саморегулирующимися и саморазвивающимися системами, достаточно устойчивыми к колебаниям климата.

---

*Благодарю за внимание !*

---