

P.S. Nepriyatel, K.V. Marusin

Методы определения структуры климатических сезонов годового цикла

R.S. Nepriyatel, K.V. Marusin

Methods to Define Structure of Climatic Seasons of an Annual Cycle

Рассматриваются существующие методы и обоснование авторского метода определения сезонной ритмики в естественных границах сезонов года.

Ключевые слова: фазы годового цикла, структура сезона года, методы определения структуры сезонов года.

Existing methods and justification of an authors' method of determination of seasonal rhythmicity in natural borders of year seasons are considered.

Key words: phases of an annual cycle, structure of a season of year, methods of definition of structure of year seasons.

Под *сезонной структурой годового цикла* понимается количество сезонов, из которых состоит год, их начало, конец и продолжительность. Под *структурой сезона* понимают количество фаз, входящих в сезон, их начало, конец и продолжительность [1].

Исследования, посвященные изучению *структуры именно сезонов года*, в отличие от изучения годового цикла в целом и его сезонов, проводились Н.Н. Галаховым, Н.В. Рутковской, Л.Н. Окишевой и Л.Б. Филандышевой [1–3].

Н.В. Рутковской установлено, что в умеренных широтах в глубине континента структурными единицами первого порядка являются *холодно-снежная часть годового цикла и вегетационная*. К структурным единицам второго порядка относятся сезоны года. Структурными единицами третьего порядка считаются фазы – сравнительно обособленные части сезонов года. Существуют две группы методов установления границ этих структурных элементов.

К первой группе относят методы, в которых для определения границ между сезонами анализируется годовой ход как самих величин климатообразующих факторов и метеорологических элементов, так и их изменения от месяца к месяцу, от декады к декаде, от пентады к пентаде (Н.Н. Галахов, В.В. Орлова, Е.Е. Федоров, Л.А. Чубуков [2, 4, 5]). Ко второй группе относят методы, где для отграничения одного сезона от другого берут средние многолетние данные конкретных климатических показателей (А.Н. Лебедев, А.Н. Писарева; Ю.О. Шварева, Б.А. Яковлев [6–8]). Однако пока нет единого мнения, какой из этих методов предпочтителен.

В таблице 1 представлены *диапазоны средних температур*, характерных для структурных элементов климатического сезона, предложенные Н.В. Рутковской [1]. Они и используются для обособления фаз годового цикла.

Таблица 1

Критерии выделения фаз сезонов года по среднесуточной температуре воздуха

Диапазоны средних температур	Название фазы
$T < -18$	Значительно-морозная зима (конец)
$-18 \leq T < -3$	Предвесенье
$-3 \leq T < 0$	Снеготаяние
$0 \leq T < 5$	Послезимье
$5 \leq T < 10$	Предлетье
$10 \leq T < 15$	Умеренно-прохладное лето
$15 \leq T$	Умеренно-теплое лето
$10 \leq T < 15$	Спад лета
$5 \leq T < 10$	Становление осени
$0 \leq T < 5$	Поздняя осень
$-3 \leq T < 0$	Предзимье
$-18 \leq T < -3$	Умеренно-морозная зима
$T < -18$	Значительно-морозная зима (начало)

Так, сезон года «зима» состоит из трех фаз – «*умеренно-морозная зима*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через -3°C в начале фазы и через -18°C в ее конце; «*значительно-морозная зима (начало/конец календарного года)*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через -18°C как в начале фазы, так и в ее конце; «*предвесенье*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через -18°C в начале фазы и через -3°C в ее конце;

«Весна» – «*снеготаяние*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через -3°C в начале фазы и через 0°C в ее конце; «*последимье*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через 0°C в начале фазы и через $+5^{\circ}\text{C}$ в ее конце; «*предлетье*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ в начале фазы и через $+10^{\circ}\text{C}$ в ее конце;

«Лето» – «*умеренно-прохладное лето*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$ в начале фазы и через $+15^{\circ}\text{C}$ в ее конце; «*умеренно-теплое лето*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+15^{\circ}\text{C}$ как в начале фазы, так и в ее конце; «*спад лета*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+15^{\circ}\text{C}$ в начале фазы и через $+10^{\circ}\text{C}$ в ее конце;

«Осень» – «*становление осени*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$ в начале фазы и через $+5^{\circ}\text{C}$ в ее конце; «*поздняя осень*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ в начале фазы и через 0°C в ее конце; «*предзимье*» с устойчивым переходом среднесуточной температуры воздуха через 0°C в начале фазы и через -3°C в ее конце.

Однако данный метод, применяемый при определении структуры сезонов года, не всегда применим для различных территорий. Так, Л.Н. Окишева и Л.Б. Филандышева [9] при изучении структурных единиц Обь-Енисейского Севера и юго-запада Западно-Сибирской равнины отмечали, что каждый из сезонных ритмов во всех природных зонах Западно-Сибирской равнины характеризуется единичными качественными и климатическими, и фенологическими показателями, тогда как количественные их значения не только уменьшаются с ростом широты (к северу от средней тайги), но и асимметричны. Например, термические критерии летнего сезона понижаются с ростом широты от устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$ в южной части до перехода их через $+4^{\circ}\text{C}$ – в арктической тундре. В другой своей статье [10] они приходят к выводу, что если в южной части Западно-Сибирской равнины (начиная с южной тайги) центральная фаза лета (фаза «умеренно-теплое лето». – Прим. автора) охватывает время с температурами, устойчиво превышающими $+15^{\circ}\text{C}$, то в высоких же широтах Западно-Сибирской равнины за 35-летний

период устойчивый переход среднесуточных температур через этот предел наблюдался не ежегодно. Так, даже на юге Обь-Енисейского Севера, а именно в западной части северной тайги и лесотундры, он был лишь в 19–23 случаях от рассмотренного ряда лет. Уже по этой причине уровень средних температур в $+15^{\circ}\text{C}$ не может быть термическим критерием начала летнего сезона для Обь-Енисейского Севера. Он знаменует начало основного этапа летнего климатического режима только для юго-востока Обь-Енисейского Севера. Для остальной территории высоких широт Западно-Сибирской равнины индикатором начала фазы является устойчивый переход средних суточных температур через более низкий уровень, соответствующий последнему выраженному подъему на ветви роста температурной кривой. Так, например, если для южной тайги уровни среднесуточных температур начала и конца центральной фазы летнего сезона составляют величину $+15^{\circ}\text{C}$, то для типичной тундры уровень среднесуточной температуры начала этой же фазы составляет величины $+6^{\circ}\text{C}$ на западе и $+9^{\circ}\text{C}$ на востоке, а для конца фазы – $+7^{\circ}\text{C}$ на западе и $+9^{\circ}\text{C}$ на востоке.

Однако при необходимости сравнения гидроклиматических показателей по многим регионам мира возникает потребность в установлении унифицированных показателей для установления структуры сезонов годового цикла. По этой причине авторами статьи был разработан следующий метод выделения фаз годового цикла. В основу этого метода был положен подход Н.В. Рутковской. В годовом ходе средних температур выделяется несколько диапазонов температур, в данном случае средних суточных, но названия указанных диапазонов температур могут лишь условно носить название фаз. Более точное название – периоды. Авторы данной статьи применяют автоматическую обработку данных с помощью специально созданной для этого программы, написанной на языке программирования Microsoft Visual FoxPro. В отличие от традиционного подхода алгоритм работы нашей программы следующий:

1. На основе данных о средней суточной температуре воздуха происходит их группировка соответственно диапазону (табл. 2). Причем для первого полугодия внутри каждого диапазона отмечается средняя температура воздуха вплоть до дня с максимальной в году средней температурой воздуха. Для второго полугодия внутри каждого диапазона отмечается средняя температура воздуха, начиная после дня с максимальной в году температурой воздуха. Особняком выступает диапазон $15 \leq T$ – в него попадают все дни, в которые средняя температура воздуха превышала $+15^{\circ}\text{C}$, вплоть до дня с максимальной средней температурой воздуха за весь календарный год.

2. В соответствии с представленной таблицей, каждому диапазону присваивается свой код. Таким образом, каждый код представляет собой сумму дней года

или процентов от года, в которые средняя температура воздуха лежала в том или ином диапазоне температур.

3. Затем данные экспортируются в виде двух таблиц (общая и ритмика) в формате dBase. Причем экспорт может производиться как для календарного года, так и для холодно-снежной части года, путем объединения двух соседних годов (зим).

4. Далее в программе ArcView 3.2 на основе экспортированных таблиц с помощью специального скрипта для визуализации результатов строятся цветные линейки. Каждая линейка – отдельный год или объединение двух соседних годов (зим) в случае построения линейки холодно-снежной части года. Внутри каждая линейка подразделяется на соответствующее количество отрезков, показывающих продолжительность каждого периода. Также, помимо периодов, выделяется так называемая вегетационная часть годового цикла. Эта часть года представляет собой сумму дней, в которые средняя темпе-

ратура воздуха поднималась выше 0 °С, или сумму дней, заключенных в диапазонах: $0 \leq T < 5$, до дня с максимальной температурой; $5 \leq T < 10$, до дня с максимальной температурой; $10 \leq T < 15$, до дня с максимальной температурой; $15 \leq T$, до дня с максимальной температурой; $10 \leq T < 15$, после дня с максимальной температурой; $5 \leq T < 10$, после дня с максимальной температурой; $0 \leq T < 5$, после дня с максимальной температурой.

5. Параллельно с построением периодов идет построение отрезков, отображающих дни, в которые отмечалось выпадение осадков выше 10 мм.

Каким образом происходит визуализация структурных единиц годового цикла, построенных на основе табличных данных, представляющих собой среднюю суточную температуру воздуха, представлено на рисунках 1 и 2.

При сравнительном анализе результатов обработки разными методами для одинаковых метеостанций получается следующая картина (см. рис. 3 и 4).

Таблица 2

Критерии выделения периодов сезонов года по среднесуточной температуре воздуха для обработки компьютерной программой

Диапазон средних температур	Название периода
$T < -18$, до дня с макс. температуры	Знач.-морозная зима (конец)
$-18 \leq T < -3$, до дня с макс. температурой	Предвесенье
$-3 \leq T < 0$, до дня с макс. температурой	Снеготаяние
$0 \leq T < 5$, до дня с макс. температурой	Послезимье
$5 \leq T < 10$, до дня с макс. температурой	Предлетье
$10 \leq T < 15$, до дня с макс. температурой	Умеренно-прохладное лето
$15 \leq T$, до дня с макс. температурой	Умеренно-теплое лето
$10 \leq T < 15$, после дня с макс. температурой	Спад лета
$5 \leq T < 10$, после дня с макс. температурой	Становление осени
$0 \leq T < 5$, после дня с макс. температурой	Поздняя осень
$-3 \leq T < 0$, после дня с макс. температурой	Предзимье
$-18 \leq T < -3$, после дня с макс. температурой	Умеренно-морозная зима
$T < -18$, после дня с макс. температурой	Знач.-морозная зима (начало)

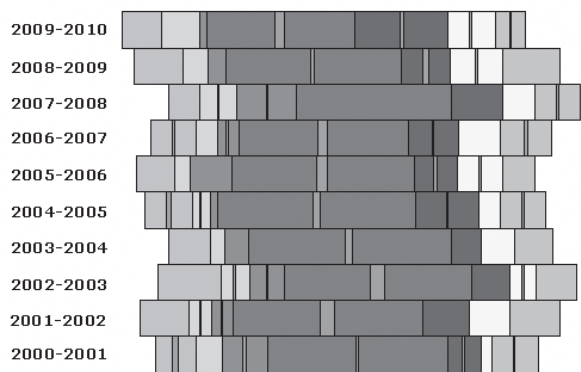


Рис. 1. Визуализация структурных единиц вегетационной части годового цикла с осадками по данным метеостанции Барнаул. Последовательность фаз (слева направо): позлезимье; предлетье; умеренно-прохладное лето; умеренно-теплое лето; спад лета; становление осени; поздняя осень

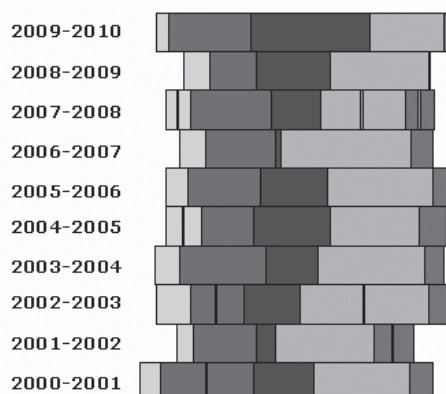


Рис. 2. Визуализация структурных единиц холодно-снежной части годового цикла с осадками по данным метеостанции Барнаул. Последовательность фаз (слева направо): предзимье; умеренно-морозная зима; значительно-морозная зима; предвесенье; снеготаяние

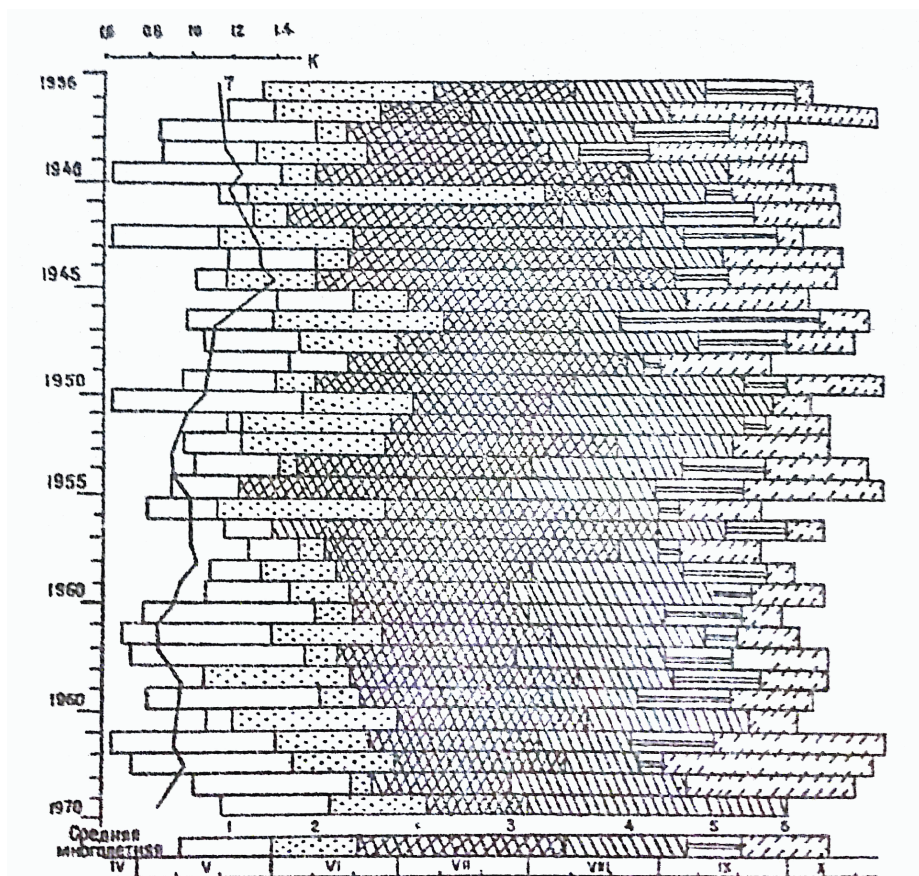


Рис. 3. Структура вегетационной части годового цикла конкретных лет 35-летнего периода и в целом за период Приобской провинции средней тайги (по данным метеостанции Сургут; 1936–1970 гг.).
Фазы: 1 – предлетье, 2 – становление лета, 3 – центральная фаза лета, 4 – спад лета, 5 – становление осени, 6 – поздняя осень [3]

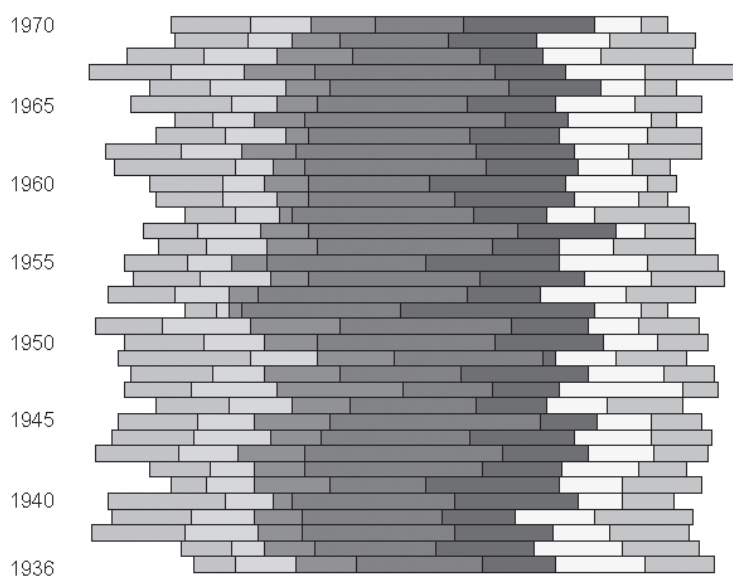


Рис. 4. Структура вегетационной части годового цикла за 35-летний период (по данным метеостанции Сургут; 1936–1970 гг.).
Последовательность фаз (слева направо): послезимье; предлетье; умеренно-прохладное лето; умеренно-теплое лето; спад лета; становление осени; поздняя осень

Как видим, общий рисунок, полученный разными методами, имеет достаточно схожую структуру, что позволяет говорить о возможности использования предложенного авторами метода для обработки в автоматическом режиме значительных массивов

данных, сравнения временной структуры сезонов годового цикла и фиксирования по унифицированным критериям временной изменчивости этой структуры. Последнее особенно актуально для исследования глобальных изменений климата.

Библиографический список

1. Рутковская Н.В. Климатическая характеристика сезонов года Томской области. – Томск, 1979.
2. Галахов Н.Н. Изучение структуры климатических сезонов года. – М., 1959.
3. Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. Сезонные ритмы природы Западно-Сибирской равнины. – Томск, 2002.
4. Орлова В.В. Климатический очерк Барабинской низменности. – Л., 1954.
5. Федоров Е.Е., Чубуков Л.А. Основы комплексной климатологии, ее развитие и современное состояние // Вопросы комплексной климатологии. – М., 1963.
6. Лебедев А.Н., Писарева Г.П. Климатические сезоны СССР // Труды ГГО. – Л., 1956. – Вып. 62 (124).
7. Шварева Ю.О. Климат Западно-Сибирской равнины в погодах. – М., 1976.
8. Яковлев Б.А. Климат Мурманска. – М., 1972.
9. Окишева Л.Н., Филандышева Л.Б. Сезонная ритмика природы: проблема, опыт, перспективы исследования (на примере Западной Сибири) // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1997. – Вып. 22.
10. Филандышева Л.Б., Окишева Л.Н. Климатические условия развития природы Западно-Сибирской равнины в центральную фазу летнего сезона // Вопросы географии Сибири. – Томск, 1997. – Вып. 22.