

## ПРОБЛЕМА ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

### Сообщение 1

© 2015 г. М. А. Проскуряков

*Институт ботаники и фитоинтродукции*

*Министерства образования и науки Республики Казахстан  
Республика Казахстан, 050040, Алматы, ул. Тимирязева, 36б*

E-mail: proskuryakov\_137@mail.ru

Поступила в редакцию 21.07.2014 г.

На основе обобщения материалов многолетних исследований показано устойчиво проявляющееся действие закона пространственно-временной цикличности движения свойств лесных организмов и их экосистем. Действие этого закона должно учитываться как в научных исследованиях, так и при использовании лесов, сбережении их биоразнообразия, продуктивности и ресурсной ценности. Предложено концептуальное решение проблемы анализа цикличности пространственно-временного движения свойств лесных организмов и экосистем, которое позволит вести лесное хозяйство с наименьшими затратами и рисками. В данной связи показаны возможности применения хронобиологического анализа временных рядов для оценки циклических изменений степени уязвимости, направления, скорости и величины смещения свойств лесных растений и экосистем. Рассмотрены особенности решения задачи создания экологически орднированной сети хронобиологических стационаров и алгоритмы интерполяции результатов их наблюдений за циклическим движением свойств лесных экосистем на территории крупных регионов. Определены новые актуальные направления связанных с этим теоретических и прикладных исследований. Развитие таких направлений исследований повысит устойчивость и рентабельность лесопользования, позволит вести его с наименьшими рисками, всегда при наибольшей естественной продуктивности лесных экосистем, сократит неэффективные затраты труда и времени на восстановление и сбережение биоразнообразия и продуктивности лесов как важнейшего самовозобновляющегося ресурса Земли.

**Ключевые слова:** *лесные экосистемы, хронобиология, цикличность движения, растения, климат.*

DOI: 10.15372/SJFS20150206

Хронобиологическая цикличность движения свойств лесных организмов и формируемых ими экосистем уже более сотни лет привлекает самое пристальное внимание ученых. Ведь с этим явлением так или иначе неразрывно связан весь спектр актуальных направлений теоретических и прикладных исследований. Решение данной проблемы позволит оптимизировать лесопользование, сберечь биоразнообразие и продуктивность лесов как важнейшего самовозобновляющегося ресурса Земли. Актуальность проблемы особенно возрастает в связи с глобальными изменениями климата. Цель данной статьи –

рассмотреть концептуальную основу решения данной проблемы.

Предлагаемое здесь концептуальное решение проблемы основано не на экстраполяционных прогнозах цикличности движения свойств лесных организмов и экосистем, а на анализе фактически наблюдаемого хода данного процесса в режиме нон-стоп. Для этого учтены следующие принципы:

- непрерывной цикличности пространственно-временного движения свойств лесных организмов и экосистем;
- использования временных рядов как высокочувствительной основы хронобиологического анализа;

- континуума растительного покрова и его градиентного анализа;

- интерполяции результатов хронобиологических наблюдений сети экологически ординированных стационаров;

- обязательного планирования и выполнения научных исследований и лесоводственных мероприятий с учетом закономерностей цикличности пространственно-временного движения свойств лесных организмов и экосистем.

Согласно последовательности перечисленных принципов и будут излагаться материалы статьи.

**Принцип непрерывной цикличности пространственно-временного движения свойств лесных организмов и экосистем**

впервые рассмотрен в статье российского биолога С. С. Четверикова (1905). Анализируя закономерность и масштабность наблюдаемой им цикличности свойств насекомых из числа вредителей леса, он писал: «Можно без всякого преувеличения сказать, что фауна ни минуты не бывает постоянна. С каждым днем, с каждым почти мгновением ее равновесие нарушается, одни виды переживают приливы жизни, другие отливы; и в то же время с полным правом можно утверждать, что нет такого вида, который бы время от времени не испытывал этих приливов или отливов... И как море ни минуты не остается в покое, покрываясь то рябью, то громадными волнами бури, так и море видовой жизни постоянно волнуется, то разбегаясь мелкою, едва уловимую зыбью, то вздымая грозные валы, несущие опустошение и разрушение». Масштабы циклических колебаний лесной фауны автор наглядно иллюстрирует примером массового появления непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), оголившего в 1897 и следующих годах громадные площади лесов и нанесшего существенный вред плодовым садам. При этом, отмечая исключительную сложность решения обсуждаемой им проблемы, С. С. Четвериков приходит к заключению: «Природа скупа на объяснения. Она дает лишь окончательные результаты, и человеку часто приходится затрачивать массу труда и терпения, чтобы проследить всю причинную цепь».

К сходному выводу пришел целый ряд новых поколений американских, английских, французских, российских и других исследователей, объектами анализа которых служили временные ряды данных многолетних хронобиологических наблюдений за динамикой численности организмов. Так, широкоизвестный эколог США Ю. Одум, изучавший цикличность колебаний численности особей разных видов фауны, пишет: «Выяснение механизмов, лежащих в основе изменений численности популяций, – очень важная экологическая проблема, которая еще далеко не разрешена... Подчас мы лишь можем констатировать, что определенные типы флюктуаций или осцилляций характерны для определенных популяций в определенных районах, но установить причины их неспособны» (Одум, 1975, с. 244). Сходные выводы можно найти и в работах крупных экологов Р. Даждо (1975) и Р. Риклефс (1979). Вслед за ними М. Бигон, Дж. Харпер и К. Таунсенд в двухтомной сводке также подчеркивают, что каждый цикл численности особей разных видов фауны уникален (Бигон и др., 1989). Примечательно, что эти заключения сделаны ими после анализа и обобщения материалов около 3 тыс. литературных источников за более чем 70-летний период после исследований С. С. Четверикова. Авторам удалось показать, что жизненные циклы организмов не фиксированы жестко. Выяснилось, что любая цикличность численности организмов каждого таксона пластична и зависит от взаимодействия организмов со средой их обитания (MacLulich, 1937; Palmgren, 1949; Cole La Mont, 1951, 1954; Andrewartha and Birch, 1954; Bodenheimer, 1955; Uvarov, 1957; Одум, 1975; Максимов, 1984; Warkowska-Dratnal and Stenseth, 1985; Бигон и др., 1989; Многолетняя динамика..., 2002; Чистик и др., 2012). В этом аспекте на характеристики цикличности численности особей могут влиять, с одной стороны, их размеры, скорость роста и развития, особенности размножения, гормональные сдвиги, долгожительство, особенности расселения, пищевобывательная и защитная активность организмов, взаимодействия популяций, взаимодействия на трофических уровнях, а с другой –

пространственно-временное движение среды их обитания (климата, солнечной активности, наличия пищи, хищников, паразитов). Все это в совокупности определяет огромное многообразие, многовариантность проявления цикличности численности организмов и формируемых ими экосистем.

Весьма важные результаты получены и при изучении свойств лесных растений. Так, например, исследованиями ряда ведущих российских ученых установлено, что плодоношение (семеношение) деревьев сильно варьирует по годам (Ткаченко, 1939, 1955; Тимофеев, Дылис, 1953; Турский, 1954; Несетеров, 1958; Погребняк, 1963). Годы больших урожаев сменяются годами частичных и небольших урожаев и даже полных неурожаев семян. Цикличная периодичность наступления семенных лет и промежутков между ними зависит как от биологических свойств древесной породы, плодородия почв, так и от погодно-климатических условий, особенно во время цветения и созревания семян. При продвижении с юга на север и с запада на восток семенные годы наблюдаются реже. В семенные годы качество семян оказывалось выше, чем в малоурожайные. Причем семена, собранные в семенные годы, длительнее сохраняли всхожесть. Их масса и энергия прорастания были выше. Выяснилось также, что древесные растения с крупными семенами в одних и тех же условиях местопроизрастания плодоносят реже, чем породы с мелкими семенами. И чем благоприятнее климат, тем чаще и обильнее плодоносят деревья и кустарники и тем крупнее и полновеснее их семена.

В. П. Тимофеев и Н. В. Дылис (1953), обобщив материалы наблюдений на территории СССР, показали, что в условиях мягкого и влажного климата Полесья на Украине и Белоруссии обильный урожай дуба повторяется через 2–3 года, а в Воронежской области – через 7–8 лет. Обильный урожай сосны в западных областях России наблюдается через 3 года, в южных – через 3–4 года, на Кольском полуострове – лишь через 10–20 лет, а на севере Финляндии – даже один раз в 70–100 лет. При этом имеет место существенное колебание средней урожайности

семян. Например, в Боровом опытном лесничестве Подмосковья урожайность семян сосны колебалась от 1 до 19 кг/га, а в Обозерской даче Архангельской области – от 0.02 до 4.9 кг/га.

Недооценка проблемы хронобиологической цикличности движения свойств древесных растений и экосистем привела к очень серьезным ограничениям практического применения учения о бонитетах и разработанных на этой основе таблиц хода роста насаждений. По мнению ряда авторов (Соколов, 1931; Ткаченко, 1939; Мотовилов, 1955; Скрябин, 1965; Семечкин, 1975), в СССР все опубликованные в лесотаксационных справочниках таблицы хода роста не учитывали тот факт, что в процессе развития одних и тех же участков леса бонитеты их древостоев циклично флюктуируют.

Путем длительных стационарных наблюдений в конце 50-х гг. XX в. М. П. Скрябину (1965) удалось выявить важную особенность такого процесса, заключающуюся в том, что повышение прироста в древесных насаждениях приходилось как раз на фазу подъема векового цикла солнечной активности. Происходило очень существенное повышение класса бонитета у молодых и средневозрастных насаждений. Одновременно повышалась жизнеспособность деревьев различных пород, уменьшалось количество сухостоя и пораженность деревьев гнилью. В течение 3–5 лет прирост стволовой древесины в насаждениях превышал 20 м<sup>3</sup>/га в год. Но затем эти процессы замедлялись и биологическая продуктивность деревьев существенно снижалась.

Анализируя вопрос о бонитетах, И. В. Семечкин (1975) доказал, что все имеющиеся в СССР таблицы хода роста древесных насаждений не отражают происходящих в природе циклических изменений производительности условий местопроизрастания. Фактически имеющие место циклические колебания емкости экологических ниш существования древостоя, детерминируемые изменениями климата, солнечной активности, уровня грунтовых вод и связанных с этим изменениями производительности условий местопроизрастания, не принимались во внимание. Вы-

полненный И. В. Семечкиным анализ изменения погодичных приростов в высоту и в объеме деревьев позволил обнаружить факты очень значительных циклических колебаний прироста. Амплитуда таких колебаний производительности конкретных условий произрастания доходила до 3 классов бонитета. В итоге своих исследований автор приходит к следующему весьма важному выводу: «Пространственно-временное строение древостоев изучено еще очень слабо. Современная таксационная характеристика их абстрактна. Она характеризует запас насаждения и средние показатели древостоев и не дает конкретной пространственно-временной упорядоченности деревьев и их полога в лесу, от которых зависит темп прироста и изреживания. Таблицы хода роста нормальных насаждений не отражают действительности, а характеризуют лишь тот предел запаса и суммы площадей сечений в статике, которые возможны в данном возрасте и в данных условиях местопроизрастания при максимальной емкости экологической ниши и полном ее использовании древостоем» (Семечкин, 1975, с. 120–121).

Поскольку таблицы хода роста насаждений имеют исключительно важную роль при планировании лесного хозяйства, таксации лесных массивов, определении запасов, расчете выхода сортиментов и при установлении размера пользования лесом, на указанные недостатки следует обратить особое внимание.

Для понимания масштабов и значения процессов хронобиологического движения свойств лесных растений большую ценность имеют результаты дендрохронологических исследований временных рядов данных о погодичных изменениях прироста деревьев. Первые дендрохронологические исследования циклическости радиального прироста у деревьев выполнил американский эколог А. Е. Douglass (1909). В результате у многовековых деревьев секвойи (*Sequoia gigantea* Lind) ему удалось обнаружить 11, 20 и 36-летние циклы, а у желтой сосны (*Pinus ponderosa* Dougl.) – 10, 13, 20 и 23-летние циклы колебания прироста. Вслед за ним четко выраженную 20-летнюю циклическость прироста

годовых колец у деревьев в лесах Юго-Восточной Африки обнаружил Н. Walter (1936). В дальнейшем циклическость прироста годовых колец была констатирована в Западной Сибири, на Камчатке, на Урале, в горах Тянь-Шаня, в районе оз. Байкал, на Дальнем Востоке, на равнинной территории Литвы, в Казахстане и во многих других регионах (Шиятов, 1962, 1972, 1973, 1975, 1981, 1986; Комин, 1963, 1968, 1969, 1971, 1972, 1974, 1978; Галазий, 1967; Ловелиус, 1970, 1972, 1979; Таранков, 1973; Битвинскас, 1974, 1986; Мухамедшин 1974, 1977; Малоквасов, 1974, 1978, 1986; Оленин, 1974, 1976, 1977, 1982; Fritts, 1976; Борщева, 1978; Берри и др., 1979; Григорьева и др., 1979; Глебов и др., 1986; Гортинский и др., 1986; Шиятов, Мазепа, 1986; Пугачев, 1986; Schweingruber, 1993, 1996; Ваганов и др., 1996; Ваганов, Шиятов, 1999; Kozlowski, Paldardy, 1997; Демаков, Мазуркин, 1998; Мазепа, 1998; Киселева, 2001; Тишин, 2006; Ретеюм, 2012).

Перечисленные публикации отражают масштабность географической распространенности явления циклическости радиального прироста у деревьев и дают представление о степени напряженности постоянно действующего процесса циклических изменений в жизни древесных растений. В качестве конкретного примера сошлемся на исследования С. Г. Шиятова и В. С. Мазепы на территории, простирающейся от Полярного до Южного Урала. Для этого весьма крупного региона ими выполнен анализ генерализованных дендрохронологических временных рядов всего спектра главных лесообразующих пород. В результате выяснилось, что в масштабах только внутривековых периодов жизни древесных растений таких крупных территорий может быть выделено до 20–25 циклов изменения прироста стволов по диаметру (Шиятов, Мазепа, 1986).

Высокая ценность дендрохронологических исследований видится еще и в том, что они статистически значимо и объективно отражают не только краткосрочные, вековые, но и многовековые циклические колебания прироста толщины древесных стволов, позволяют уверенно диагностировать длитель-

ность, периодичность и временную приуроченность имеющих место циклических изменений биомассы древесных растений. Изучение циклических колебаний в дендрохронологических рядах дало возможность существенно расширить представление о циклической динамике лесных биогеоценозов в целом и даже движении их территориальных границ. Результаты дендрохронологических исследований подтвердили непрерывность и цикличность изменения общей продуктивности древостоев. Это оказалось важным и для дальнейшего развития учения о бонитетах. Как было установлено специальными исследованиями В. Антанайтиса (1964) и Т. Т. Битвинскаса (1974), у деревьев колебания прироста по высоте ствола соответствуют таким же колебаниям их прироста по диаметру.

Научные исследования поведения лесных растений в режиме глобальных изменений климата Земли проводились в период 1994–2014 гг. и в Казахстане (Проскураков, 2012, 2013а, б; Проскураков и др., 2013а–г). Здесь в результате анализа восьмидесяти временных рядов многолетних данных наблюдений за растениями, произрастающими в регионе от гор Северного Тянь-Шаня до пустынь Южного Прибалхашья, удалось на статистически значимом уровне выяснить весьма важные факты циклических изменений и разбалансировки жизнедеятельности растений в период глобального потепления. Установлено, что в одни и те же годы и при совместном произрастании на одной территории разные виды растений по-разному реагируют на режим изменения климата. Все как по известной русской поговорке: кому – война, а кому – мать родная. Например, одни виды энтомофильных растений в определенные периоды колебания климата утрачивают способность нектаровыделения, и по этой причине разрушаются их биотические связи. Они лишаются перекрестного опыления, прекращают семенное возобновление. Тем самым прерывается процесс рекомбинации генов для приспособления растений к новому климатическому режиму, что уже грозит их исчезновением. В те же годы другие виды растений, наоборот, улучшают эти показатели и существенно повышают свою

биологическую устойчивость и продуктивность. Такую разнонаправленность циклических процессов жизнедеятельности удалось установить и у многих других совместно произрастающих растений разных видов, в том числе изменения продуктивности их биомассы, качества семян, даты наступления всех фаз развития и роста, длительности периода вегетации и др. На основе хронобиологического анализа временных рядов оказалось возможным определять направление изменения биологических характеристик лесных растений и структуры формируемых ими экосистем в период изменения климата, устанавливая начало кризисных явлений в лесных экосистемах и отслеживая их развитие. При этом решать эти задачи удается для любого пункта, где ведутся преемственные многолетние наблюдения, и даже без применения дорогостоящих метеорологических исследований.

Результаты выполненных в Казахстане хронобиологических исследований статистически значимо (часто с вероятностью до 99.9 %) свидетельствовали о том, что и в период глобального потепления происходят закономерные интенсивные и очень важные для растений циклические изменения их жизнедеятельности. Они влияют на репродукцию, рост, развитие, биологическую продуктивность, важнейшие биотические связи и, как следствие, на биологическую устойчивость растительных экосистем в целом. И это отмечено у растений самых разных форм жизни, разных видов, внутривидовых форм и сортов, в том числе и древесных, интродуцированных в Казахстан из европейской и дальневосточной части России, Японии, Китая, Америки, гор Кавказа и ряда других регионов, а также у аборигенных древесных растений Казахстана, произрастающих в пределах крупного экологического полигона – от гор Северного Тянь-Шаня до пустынь Южного Прибалхашья.

Таким образом, временную цикличность движения можно обнаружить практически для всех важнейших свойств лесных растений и экосистем: в изменении сроков роста и развития лесных растений; в изменении качества семян лесных деревьев и периодичности

их семеношения; в периодичности естественного возобновления лесообразующих пород; в изменении радиального прироста, биомассы стволов деревьев и бонитетов, отражающих продуктивность лесообразующих пород; в процессах конкурентных взаимодействий лесообразующих пород, а также и подлеска; в изменении трофических взаимодействий в лесных биоценозах; в колебаниях численности и патогенности вредителей и болезней лесных растений.

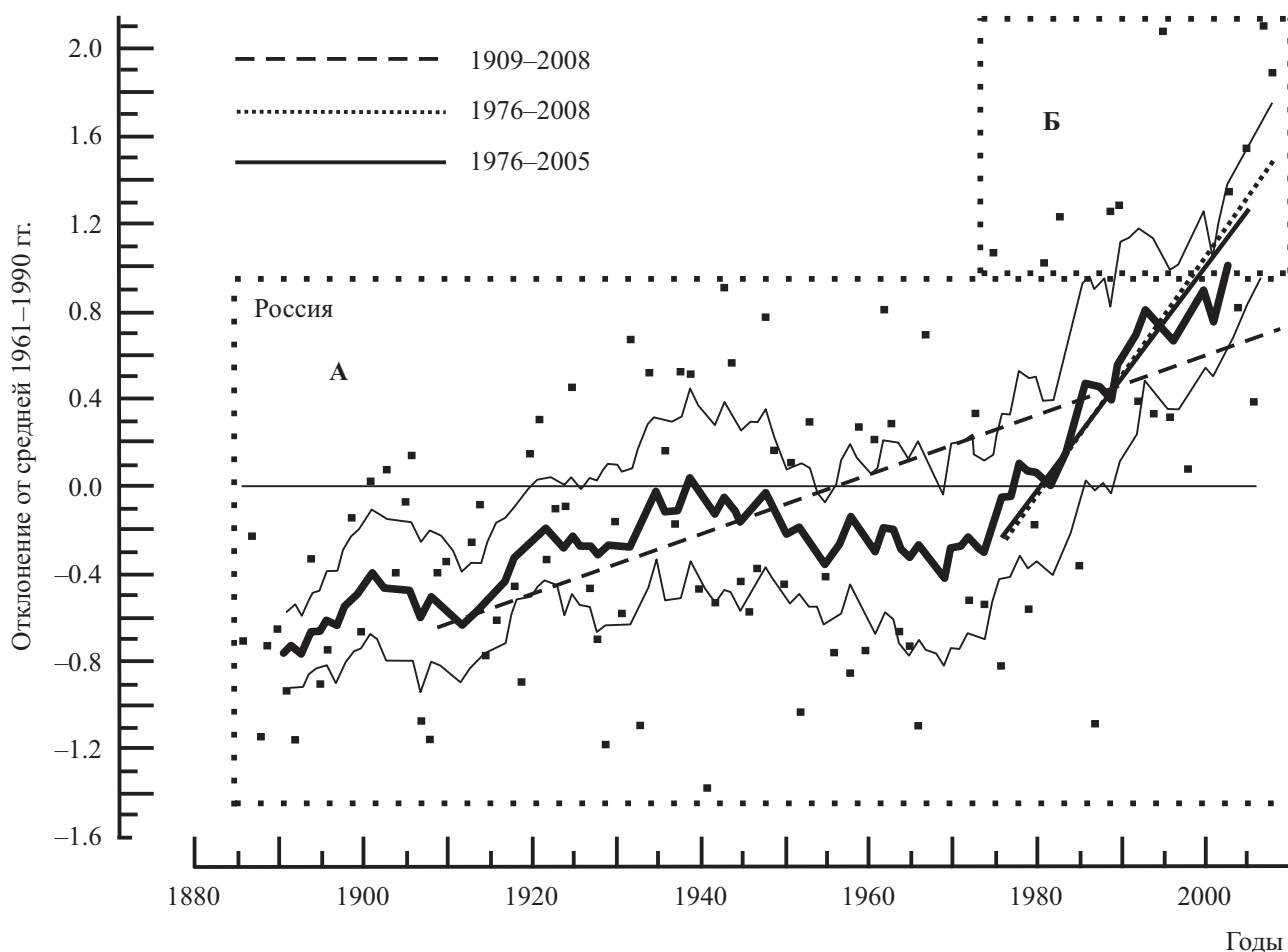
При этом большинство исследователей первопричину явления цикличности свойств лесных растений видели во влиянии циклических изменений среды их обитания. И данное представление хорошо согласуется с материалами наблюдений климатологов. Одним из важнейших результатов их исследований стал вывод о том, что климат Земли никогда не оставался неизменным. Он непрерывно и циклично менялся (Байдал, 1964; Афанасьев, 1967; Дроздов, Григорьева, 1971; Monin, Vullis, 1971; Кендалл, Стюарт, 1976; Spar et al., 1976; Борисенков и др., 1977; Treidi et al., 1981; Яглом, 1981; Perry, 1981; Klaus, 1982; Груза, 1987; Jones, 1988; Абрамова и др., 1988; Enfield, 1989; Парниковый эффект..., 1989; Чичасов, 1991; Пятое национальное сообщение..., 2010). Такие циклические колебания обусловлены влиянием океанов, их течений, внутриматериковыми движениями воздушных масс и космическими причинами, в том числе динамикой солнечной активности, причем специфика цикличности данного процесса отмечена даже в разные месяцы года. Например, Г. Н. Чичасовым (1991), исследовавшим многолетнюю цикличность колебаний термического режима, на примере Казахстана установлено, что для января здесь характерны 9, 21, 25 и 34-летние колебания средних месячных температур воздуха. В апреле максимальные амплитуды колебаний температуры имеют 5, 8, 16, 29, 32, 34 и 37-летнюю цикличность. В июле проявляются 5, 7, 12, 17, 28, 37 и 38-летние циклы колебания средних месячных температур воздуха. В октябре им уверенно диагностировались 15, 21 и 34-летние циклы и менее четко – колебания длительностью 24 и 36 лет. Обнаруженные Г. Н. Чичасовым (1991) многолетние

колебания термического режима имели как региональные, так и планетарные причины. При этом они происходили на фоне глобального потепления климата.

Характерные особенности изменения температурного режима климата, происходящие при глобальном потеплении в северных широтах Земли, могут быть проиллюстрированы на примере Российской Федерации, природные зоны которой включают полярные пустыни и тундру, лесотундру, северную тайгу, лесостепь, степь, полупустыню и пустыню. Материалы выполненных для этого региона наблюдений Росгидромета представлены на рисунке. Они убедительно доказывают, что средняя скорость потепления (коэффициент линейного тренда) за последние 100 лет (1909–2008 гг.) составила  $0.14\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ . Причем с 1976 г. потепление стало наиболее интенсивным, так что тренд за 1976–2008 гг. стал уже  $0.51\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ .

По рисунку также четко прослеживается цикличность процесса изменения температурного режима, отражающая природные закономерности функции температуры воздуха в режиме времени изменения климата. Отсюда ясно, что результаты исследований климатологов важны и при изучении циклического функционирования свойств лесных экосистем Земли. Опираясь на них, можно сделать весьма важный вывод о том, что циклические колебания климата постоянно и на всей планете изменяют среду обитания лесных растений, причем происходит это в период жизни каждого поколения древесных растений, даже если они живут на постоянном месте.

Данные рисунка позволяют также убедиться, что для анализа особенностей движения свойств лесных экосистем важно сосредоточить внимание не только на скорости, направлении и цикличности происходящих изменений климата, но и на том, в каком диапазоне варьирования температурного режима формировался и формируется лесной покров. С этой позиции в пределах графического поля рисунка представляется целесообразным условно выделить две области (см. оконтуренные пунктиром области А и Б), которые характеризуют разные диапазо-



Изменения среднегодовой температуры приземного воздуха, осредненной Росгидрометом по территории России в отклонениях от средних за 1961–1990 гг.

Точками показаны результаты наблюдений, кривыми – 11-летняя сглаженная и 95%-й доверительный интервал сглаженных значений. Линейные тренды проведены за периоды: 1909–2008, 1976–2005 и 1976–2008 гг. (цит. по: Пятое национальное сообщение..., 2010). Пунктиром автором выделены две области температурного режима формирования растительного покрова: А и Б. Пояснения в тексте.

ны изменчивости температурного режима. Выделенная область А включает все варианты варьирования температурного режима, когда потепление не превышало границ, наблюдаемых в 1943 г. Выделенная область Б отражает варьирование только той части характеристик температурного режима, которые превышали пределы варьирования в области А.

Как видим, формирование области Б началось с 1975 г. На этом этапе трансформации климата Земли среднегодовая температура воздуха начала часто и сильно возрастать. В результате она стала значительно превышать максимальные характеристики потепления для всего предшествовавшего периода. Несложно подсчитать, что именно в период 1975–2008 гг. уже в 40 % истекших

лет наблюдались столь высокие максимальные отклонения температуры воздуха, каких до этого не было. В результате совокупность лет с такими максимальными потеплениями воздуха составила совершенно новую устойчиво обособленную группу, которая быстро увеличивается.

Таким образом, можно констатировать, что начал формироваться совершенно новый режим цикличного варьирования температурных характеристик климата. Ясно, что и дальнейшее цикличное движение свойств лесных растений будет отражать как общий глобальный тренд потепления климата Земли, так и сопутствующую ему цикличность изменения его характеристик.

Рисунок отражает усредненную картину общей тенденции изменения климата на

огромной территории крупного континента Земли. Здесь глобальные изменения климата, сопровождаемые его циклическими колебаниями уже в новом диапазоне, происходят столь стремительно, что многие биологические виды и формируемые ими экосистемы не успеют приспособиться к такому режиму. В данной связи увидеть возможное будущее позволяют анализ и обобщение богатого опыта исследований интродукторов, переносивших растения в новые климатические условия.

Обобщенные материалы этих исследований убедительно доказывают, что при изменении климата неизбежны коренные и притом многовекторные изменения продуктивности и биоразнообразия растительных сообществ, динамики роста и развития растений, их биохимической реакции и биохимических модификаций. Произойдут сдвиги в ферментативных системах и физиологических процессах. Трансформируется морфологическое строение: габитус растений, облиственность, размеры листьев, развитость корневых систем и даже жизненная форма. Учащаются случаи проявления вечнозелености растений. Произойдет смещение фаз роста и развития, изменится скорость их протекания. Выпадут отдельные фазы развития. Появятся нарушения феноритмики у растений. Изменяется скорость старения и долголетие организмов. Будет безвозвратно утрачен ценнейший генофонд растений. Формирующийся режим циклических изменений климата окажется благоприятным только для той части видов лесных растений, которые в своей древней истории имели возможность приспособляться к сходным условиям. А для тех лесных растений, генотип которых к новым климатическим условиям не приспособлен, неизбежны большие потери (Проскуряков, 2012).

Очевидно, что и дальнейшие пространственно-временные изменения движения свойств лесных экосистем будут сопровождаться сопряженным циклическим движением физиологических, биохимических, биофизических процессов и свойств лесных организмов, а также циклическостью процессов генетического отбора, адаптационной реакции растений

и лесной фауны, их конкурентных и трофических связей. И все это будет происходить на экосистемном уровне, когда с участием растений формируются целостные и устойчивые экосистемы живых и неживых компонентов, обладающие способностью регулировать не только свою внутреннюю среду, но и поток энергии, внутренние и внешние круговороты веществ, притом в режиме комплексного, сопряженного влияния непрерывно движущихся комбинаций геофизических, геохимических факторов и циклической солнечной активности. В итоге совокупностью этих причин будут детерминироваться исключительное многообразие, многовариантность и циклическость проявления биологических свойств лесных организмов и формируемых ими экосистем. Все изложенное вполне согласуется и с общенаучными представлениями (Чижевский, 1976; Белецкий, 2014) о циклическости солнечных, атмо- и биосферных процессов и явлений на Земле.

Таким образом, рассмотренные факты и материалы анализа результатов исследований позволяют констатировать следующее:

1) мы имеем дело с объективно, устойчиво, непрерывно и повсеместно проявляющимся действием закона пространственно-временной циклическости движения свойств лесных организмов и экосистем, а потому без учета его действия никакие мероприятия по оптимизации лесопользования, содействию возобновлению и поддержанию биологической устойчивости леса как естественно возобновляющегося ресурса Земли невозможны;

2) природная среда произрастания лесных растений формируется как итог сопряженного действия большого количества циклично флюктуирующих прямодействующих факторов, даже если имеет место преобладающее влияние какого-либо одного из них. А результаты варьирования возможных комбинаций эффектов совместного циклического влияния действующих на растения факторов и ответной циклической реакции на них от самих растений труднопредсказуемы. Поэтому для решения прикладных задач лесоводства анализ причинной цепи происходящих событий становится нерентабельным;



3) решение большинства задач, имеющих отношение к проблеме циклического движения свойств лесных экосистем, можно получить, контролируя сам процесс их движения в режиме нон-стоп. Для этого нужна сеть экологически ординированных ключевых стационаров, позволяющая накапливать, анализировать и интерполировать данные о движении свойств биогеоценозов на территории лесных регионов.

(Продолжение следует)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова А. А., Битвинскас Т. Т., Борисенков Е. П. и др.* Колебания климата за последнее тысячелетие. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 408 с.
- Антанайтис В.* Таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений. Каунас: изд. Литовской с.-х. академии, 1964. 59 с.
- Афанасьев А. Н.* Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. 231 с.
- Байдал М. Х.* Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата Казахстана. Л.: Гидрометеиздат. 1964. Ч. 1 и 2. 446 с.
- Белецкий Е. Н.* Цикличность – фундаментальное свойство развития и функционирования природных систем. 2014. [http://agromage.com/stat\\_id.php?id=588](http://agromage.com/stat_id.php?id=588)
- Берри Б. Л., Либерман А. А., Шиятов С. Г.* Периодические колебания индексов прироста лиственницы сибирской в Тазовской лесотундре и их прогноз // *Экология*. 1979. № 6. С. 22–26.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд Л.* Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 2. М.: Мир, 1989. 477 с.
- Битвинскас Т. Т.* Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
- Битвинскас Т. Т.* Опыт использования реперной системы солнечной активности для изучения закономерностей изменчивости радиального прироста деревьев // *Дендрохронология и дендроклиматология*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 174–180.
- Борисенков Е. П., Воробьева Е. В., Покровская Т. В. и др.* Долгосрочные колебания погоды и климата и их прогнозирование // *Современные фундаментальные исследования Главной геофизической обсерватории*. Л., 1977. С. 40–50.
- Борщева Н. М.* Колебания прироста арчи туркестанской в Заилийском Алатау // *Мат-лы по биоэкологии растений*. Алма-Ата, 1978. С. 12–17.
- Ваганов Е. А., Шиятов С. Г.* Роль дендроклиматических и дендрогидрологических исследований в разработке глобальных и региональных экологических проблем (на примере азиатской части России) // *Сиб. экол. журн.* 1999. Т. VI. № 2. С. 111–115.
- Ваганов Е. А., Шиятов С. Г., Мазена В. С.* Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1996. 246 с.
- Галазий Г. И.* Динамика роста древесных пород на берегах Байкала в связи с циклическими изменениями уровня воды в озере // *Геоботанические исследования на Байкале*. М.: Наука, 1967. С. 44–301.
- Глебов Ф. З., Черкашин В. П., Мацулева Г. Н.* Влияние климата на динамику радиального прироста в двух типах кедрового леса // *Дендрохронология и дендроклиматология*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 94–102.
- Гортинский Г. Б., Евдокимов В. Н., Феклистов П. А., Барзут В. М.* Многолетняя динамика прироста хвойных на европейском Севере // *Дендрохронология и дендроклиматология*. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 131–134.
- Григорьева А. А., Комин Г. Е., Полозова Л. Г.* Годичный прирост деревьев в Северном Казахстане как индикатор засух // *Тр. ГГО*. 1979. Вып. 403. С. 100–106.
- Груза Г. В.* Мониторинг и вероятностный прогноз месячных и сезонных колебаний атмосферных процессов над Северным полушарием // *Тр. 5-го Всесоюз. совещ. по применению статистических методов в метеорологии*. Л., 1987. С. 13–19.
- Дажо Р.* Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
- Демаков Ю. П., Мазуркин П. М.* Выделение волновых этапов во временных рядах хода роста деревьев // *Циклы природы и обще-*

- ства: мат-лы VI Междунар. конф. Ч. 2. Ставрополь, 1998. С. 176–179.
- Дроздов О. А., Григорьева А. С.* Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1971. 158 с.
- Кендалл Н. Дж., Стюарт А.* Многомерный статистический анализ и временные ряды. М.: Наука, 1976. 736 с.
- Киселева Е. В.* Циклическая изменчивость радиального прироста ели европейской и внутривидовая динамика климата // География и природ. ресурсы. 2001. № 1. С. 120–124.
- Комин Г. Е.* Влияние циклических колебаний климата на рост и возрастную структуру девственных насаждений заболоченных лесов // Изв. СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук. 1963. Вып. 3. № 12. С. 15–20.
- Комин Г. Е.* Динамика прироста деревьев и древостоев и солнечная активность // Мат-лы Всесоюз. совещ. по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. Вильнюс, 1968. С. 130–131.
- Комин Г. Е.* Динамика прироста сосны в Казахстане в связи с солнечной активностью // Солнечные данные. 1969. Бюл. № 8. С. 113–117.
- Комин Г. Е.* Вековой цикл в динамике прироста деревьев // Мат-лы Всесоюз. совещ. «Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и радиоуглеродное датирование». Вильнюс, 1971. С. 63–66.
- Комин Г. Е.* Циклическость в динамике прироста деревьев // Проблемы экспертизы растительных объектов. М., 1972. С. 54–64.
- Комин Г. Е.* Цикл Брикнера в динамике прироста деревьев // Лесоведение. 1974. № 2. С. 21–27.
- Комин Г. Е.* Циклическость в динамике лесов Зауралья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1978. 39 с.
- Ловелиус Н. В.* Колебания прироста годичных колец хвойных на верхней границе лесов в горных районах СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1970. 25 с.
- Ловелиус Н. В.* Колебания прироста древесных растений в 11-летнем цикле солнечной активности // Ботан. журн. 1972. Т. 57. № 1. С. 64–68.
- Ловелиус Н. В.* Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. 230 с.
- Мазена В. С.* Пространственно-временная изменчивость радиального прироста хвойных видов деревьев в Субарктических районах Евразии: дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 1998. 290 с.
- Максимов А. А.* Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 252 с.
- Малоквасов Д. С.* О циклическости колебаний радиального роста кедрового на Дальнем Востоке // Дендроклиматические исследования в СССР. Архангельск, 1974. С. 33–34.
- Малоквасов Д. С.* Соотносительная структура колебаний радиального роста кедрового на Дальнем Востоке // Дендроклиматические исследования в СССР. Архангельск, 1978. С. 33–34.
- Малоквасов Д. С.* Проблемы и пути развития дендроклиматических исследований в кедрово-широколиственных лесах Дальнего Востока // Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 20–25.
- Многолетняя динамика численности птиц и млекопитающих в связи с глобальными изменениями климата // Мат-лы Междунар. симп., 11–16 ноября, 2002, Казань, Республика Татарстан, Россия. Казань: ЗАО «Новое знание», 2002. 308 с.
- Мотовилов Г. П.* Лесоводственные основы организации лесного хозяйства СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 216 с.
- Мухамедшин К. Д.* Динамика прироста арчи в условиях высокогорья Тянь-Шаня за последнее тысячелетие голоцена // Тр. V Всесоюз. совещ. «Астрофизические явления и радиоуглерод», 4–6 окт. 1973 г., Тбилиси. Тбилиси, 1974. С. 149–161.
- Мухамедшин К. Д.* Арчевники Тянь-Шаня и их лесохозяйственное значение. Фрунзе: Илим, 1977. 185 с.
- Нестеров В. Г.* Лесоводство. М.: Сельхозгиз, 1958. 464 с.

- Одум Ю. Основы экологии. Пер. с 3-го англ. изд. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Оленин С. М. Вековая цикличность в динамике прироста сосняка заболоченного за 400 лет // Экология. 1974. № 2. С. 90–92.
- Оленин С. М. Радиальный прирост сосны в сфагновых сосняках в связи с вековыми солнечными циклами // Лесоведение. 1976. № 2. С. 35–42.
- Оленин С. М. Динамика радиального прироста сосновых фитоценозов среднетаежной подзоны Предуралья // Экология. 1977. № 6. С. 72–75.
- Оленин С. М. Динамика радиального прироста древостоев сосновых фитоценозов среднетаежной подзоны Предуралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1982. 18 с.
- Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы / Под ред. Б. Болина. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 557 с.
- Погребняк П. С. Общее лесоводство. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1963. 399 с.
- Проскуряков М. А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Ин-та ботан. и фитоинтродукции. Т. 18(1). Алматы, 2012. 228 с. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А. Хронобиологический анализ растений для оптимизации природопользования при колебаниях климата // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе: тр. Междунар. конф. 6–7 июня 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013a. С. 132–135. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А. Градиентный и хронобиологический анализ растений для оптимизации природопользования в горах // Сохранение и рациональное использование генофонда диких плодовых лесов Казахстана: тр. Междунар. конф. 12–16 авг. 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013б. С. 143–148. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А., Зайченко О. П., Бабай И. В., Масалова В. А., Набиева С. В., Ишаева А. Н., Исмаилова Н. А., Хусаинова И. В. Хронобиологическая индикация уязвимости растений при изменении климата // Изучение ботан. разнообразия Казахстана на современном этапе: тр. Междунар. конф. 6–7 июня 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013a. С. 136–140. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А., Зайченко О. П., Бабай И. В., Масалова В. А., Набиева С. В., Ишаева А. Н., Исмаилова Н. А., Хусаинова И. В. Хронобиологический анализ корреляций у растений при их адаптации к изменению климата // Изучение ботан. разнообразия Казахстана на современном этапе: тр. Междунар. конф. 6–7 июня 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013б. С. 140–143. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А., Зайченко О. П., Бабай И. В., Масалова В. А., Набиева С. В., Ишаева А. Н., Исмаилова Н. А., Хусаинова И. В. Хронобиологический анализ адаптационной стратегии растений при изменении климата // Изучение ботан. разнообразия Казахстана на современном этапе: тр. Междунар. конф. 6–7 июня 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013в. С. 143–148. www.botsad.kz
- Проскуряков М. А., Зайченко О. П., Бабай И. В., Масалова В. А., Набиева С. В., Ишаева А. Н., Исмаилова Н. А., Хусаинова И. В. Географическая и хронобиологическая изменчивость сроков развития растений // Сохранение и рациональное использование генофонда диких плодовых лесов Казахстана: тр. Междунар. конф. 12–16 авг. 2013 г. Алматы: Изд-во LEM, 2013г. С. 124–130. www.botsad.kz
- Пугачев П. Г. Цикличность и прогноз радиального прироста сосны обыкновенной степных боров Тургая // Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 184–187.
- Пятое национальное сообщение Российской Федерации. М., 2010. 130 с.
- Ретеюм А. Ю. Дендрохронология макроциклов Солнечной системы // Мат-лы Междунар. конф. «Дендро-2012». М.: МГУЛ, 2012. С. 62–67.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
- Семечкин И. В. Основные методологические вопросы исследования динамики древостоев // Методологические вопросы лесоводства

- ведения. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. С. 105–123.
- Скрябин М. П. Некоторые современные задачи лесоведения // Ботан. журн. 1965. Т. 50. № 2. С. 165–174.
- Соколов С. Я. Типы леса восточной части Бако-Варнавинского учебно-опытного леспромхоза // Природа и хозяйство учебных леспромхозов В 2-х т. Л.: ЛЛТА, 1931. С. 12–30.
- Таранков В. И. Некоторые результаты дендрохронологического анализа лиственницы курильской (*Larix kurilensis* Maur) в бассейне Камчатки // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. Магадан, 1973. С. 194–198.
- Тимофеев В. П., Дылис Н. В. Лесоводство. М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1953. 551 с.
- Тишин Д. В. Влияние природно-климатических факторов на радиальный прирост основных видов деревьев Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2006. 24 с.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.: Гослестехиздат, 1939. 350 с.
- Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. 600 с.
- Турский М. К. Лесоводство. М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1954. 351 с.
- Четвериков С. С. Волны жизни (из лепидоптерологических наблюдений за лето 1903 г.) // Дневник Зоологического отделения Императорского об-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии. 1905. Т. III. № 6. С. 1–5. [http://kirsoft.com.ru/freedom/KSNews\\_41.htm](http://kirsoft.com.ru/freedom/KSNews_41.htm)
- Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1976. 349 с.
- Чистик О. В., Головатый С. Е., Позняк С. С. Общая и радиационная экология. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2012. 313 с.
- Чичасов Г. Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. 304 с.
- Шиятов С. Г. Верхняя граница леса на Полярном Урале и ее динамика в связи с изменениями климата // Докл. I науч. конф. молодых специалистов-биологов. Свердловск, 1962. С. 37–48.
- Шиятов С. Г. Дендроклиматическое изучение ели сибирской в низовье р. Таз // Дендроклиматохронология и радиоуглерод: мат-лы II Всесоюз. совещ. по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас: Изд-во Ин-та ботан. АН Литовской ССР, 1972. С. 76–81.
- Шиятов С. Г. Дендрохронологическая шкала кедров сибирского на северной границе его произрастания в долине р. Таз // Лесоведение. 1973. № 4. С. 40–45.
- Шиятов С. Г. Сверхвековой цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы (*Larix sibirica*) на полярной границе леса // Биоэкологические основы дендрохронологии. Вильнюс – Ленинград, 1975. С. 47–53.
- Шиятов С. Г. Климатогенные смены лесной растительности на верхнем и полярном пределах ее произрастания: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1981. 57 с.
- Шиятов С. Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986. 137 с.
- Шиятов С. Г., Мазена В. С. Цикличность радиального прироста деревьев в высокогорьях Урала // Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. С. 134–161.
- Яглом А. М. Корреляционная теория стационарных случайных функций. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 280 с.
- Andrewartha H. G., Birch L. C. The distribution and abundance of animals. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1954. 281 p.
- Bodenheimer F. S. Précis d'écologie animale. Paris, 1955. 315 p.
- Cole La Mont C. Population cycles and random oscillations // J. Wildl. Manag. 1951. V. 15. P. 233–251.
- Cole La Mont C. Some features of random cycles // J. Wildl. Manag. 1954. V. 18. P. 107–109.
- Douglass A. E. Weather cycles in the growth of big trees // Month. Weath. Rev. 1909. V. 37. N. 6. P. 235–237.
- Enfield D. B. El Niño, past and present // Rev. Geophys. 1989. V. 27. N. 1. P. 159–187.

- Fritts H. C.* Tree rings and climate. London, New York, San Francisco: Acad. Press, 1976. 576 p.
- Jones P. D.* The influence of ENSO on global temperatures // *Climate Monit.* 1988. V. 17. N. 3. P. 80–89.
- Klaus W.* The southern oscillation, ocean – atmosphere interaction and El Niño // *Mar. Techn. Soc. J.* 1982. V. 16. N. 1. P. 3–10.
- Kozlowski T. T., Pallardy S. G.* Growth control in woody plants. San Diego: Acad. Press, 1997. 641 p.
- MacLulich D. A.* Fluctuations in the numbers of the varying hare (*Lepus americanus*) // *Univ. Toronto Stud. Biol. Ser.* 1937. N. 43. P. 15–30.
- Monin A. S., Vulis I. L.* On the spectrum of long-period oscillations of geophysical parameters // *Tellus.* 1971. V. 23. N. 4. P. 337–345.
- Palmgren P.* Some remarks on the short-term fluctuations in the numbers of northern birds and mammals // *Oikos.* 1949. N. 1. P. 114–121.
- Perry A. H.* German and British analogue selection in long-range weather forecasting // *J. Meteorol.* 1981. V. 6. N. 60. P. 169–170.
- Schweingruber F. H.* Trees and wood in dendrochronology. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1993. 386 p.
- Schweingruber F. H.* Tree rings and environment. Dendroecology. Berne, Stuttgart, Vienna: Paul Haupt, 1996. 609 p.
- Spar J., Atlas R., Kuo E.* Monthly mean forecast experiments with the GISS model // *Mon. Weather Rev.* 1976. N. 104. P. 1335–1350.
- Treidi R. A., Birch E. C., Sajecki P.* Blocking action in the Northern hemisphere: a climatological study // *Atmos. Ocean.* 1981. V. 19. N. 1. P. 1–23.
- Uvarov B. R.* The aridity factor in the ecology of locust and grasshoppers of the old world // *Human and animal ecology. Arid Zone Res. VIII, UNESCO. Paris, 1957.* 120 p.
- Walter H.* Die Periodizität von Trocken – und Regenzeiten in Deutsch Süd – West Africa auf Grund von Jahresringmessungen an Bäumen // *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.* 1936. Bd. 54. S. 608–620.
- Warkowska-Dratnal H., Stenseth N. S.* Dispersal and the microtine cycle: comparison of two hypotheses // *Oecologia.* 1985. V. 65. P. 101–120.

## **Problem of Chronobiological Cyclic of Movement of Forest Ecosystems Properties First Communication**

**M. A. Proskuryakov**

*Institute of Botany and Phytointroduction*

*Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan*

*Timiryazev str., 36 b, Almaty, 050040 Republic of Kazakhstan*

E-mail: proskuryakov\_137@mail.ru

On the basis of generalization of materials of long-term research it is shown objectively manifested action of the law of cyclic recurrence of movement of all properties of forest organisms and ecosystems. The Action of this law should be considered, both in research and in use, for conserving biodiversity, productivity and resource values of forests. For this purpose, the conceptual solution to a problem of cyclic analysis of spatial-temporal movement of all properties of forest organisms and ecosystems was proposed as related to climate change thus allowing forest management at lower costs and risks. The possibility of using chronobiological analysis for assessment of cyclic changes of sensitivity, direction, speed and value of transposition of forest organisms and ecosystems' properties were shown. Likewise, it will contribute to development of new actual trends of theoretical and applied surveys. Among them are monitoring of coordinates' movement of spatial-temporal localization of properties of forest ecosystems, their productivity and protection role; analysis of cyclic movement of introduction results of forest organisms in new regions; development of reduced impact forest use and creation of new technologies allowing mitigation of adverse cyclic changes of productivity and biological steadiness of forests, their protection, and recreation role. Development of these directions will reduce inefficient labor and time costs for restoration and preservation of biodiversity and forest productivity, as the most important everlasting resource of the Earth.

**Keywords:** *forest ecosystems, chronobiology, cyclic recurrence of movement, plants, climate.*

**How to cite:** *Proskuryakov M. A. Problem of chronobiological cyclic of movement of forest ecosystems properties. First Communication // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Siberian Journal of Forest Science). 2015. N. 2: 71–84 (in Russian with English abstract).*