

УДК 574.36

DOI: 10.31040/2222-8349-2018-0-2-76-81

**РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*PINUS SYLVESTRIS* L.) НА ЗОНАЛЬНОМ ЭКОТОНЕ ЛЕСА И СТЕПИ**

© В.А. Симоненкова, А.Ю. Кулагин

Приведены результаты оценки радиального прироста сосны обыкновенной на зональном экотоне леса и степи. В условиях экотона изменения в окружающей среде приводят к значительным изменениям в экосистемах. В таких ситуациях адаптивные реакции лесообразующих видов древесных растений обеспечивают устойчивость экосистем в изменяющихся условиях окружающей среды. Динамика радиального прироста деревьев в условиях зонального экотона позволяет прогнозировать состояние лесных насаждений. Результаты измерений радиального прироста сосны обыкновенной на зональном экотоне леса и степи подтверждают тесную связь деятельности камбия с количеством атмосферных осадков, которая наиболее отчетливо проявляется в минимальной ширине древесных колец при минимуме осадков в текущем или предыдущем сезоне вегетации. Недостаток увлажнения является одним из лимитирующих факторов для прироста сосны обыкновенной. Самосев сосны появляется в большом количестве, под сомкнутым пологом гибнет и сохраняется лишь в виде единичных, очень угнетенных деревьев, в окнах – развивается хорошо, образуя густые благонадежные группы подроста.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, радиальный прирост, зональный экотон, типы леса, «лес–степь».

Введение. Динамические изменения в окружающей среде связаны с природными и антропогенными процессами. В пределах зонального экотона последствия таких изменений проявляются в наибольшей мере. Характеристика и особенности адаптации и устойчивости экосистем в изменяющихся условиях окружающей среды является основой для прогнозирования изменения их биологического разнообразия и продуктивности. Древесные растения – длительно существующий структурно-функциональный компонент зонального экотона. Анализ особенностей радиального прироста древесины позволяет охарактеризовать динамику продуктивности лесных насаждений, представить ретроспективную картину состояния древесных насаждений и прогнозировать последствия природно-климатических изменений. При оценке воздействий изменения климата на древесно-кустарниковую растительность особый интерес представляют системы экотонов – переходов между сообществами растений на зональных границах. В этих условиях наблюдаются более выраженные реакции древесно-кустарниковой растительности на изменение

климата. Изучение радиального прироста деревьев и возрастного строения лесов позволяет выявить особенности формирования лесных экосистем, охарактеризовать темпы и особенности их развития в условиях измененного климата.

Важную роль в динамике прироста сосны играют экотопические условия. Многолетние циклические колебания режимов солнечной активности, температуры и осадков вызывают синхронные колебания радиального прироста сосны обыкновенной [1, 2]. На радиальный прирост оказывает действие чрезвычайно большое количество факторов. Среди них выделяется влияние климата [3, 4], элементов рельефа, типов леса [5], вредителей и болезней [6]. По данным исследований возрастной структуры лесов и климатически обусловленной изменчивости радиального прироста хвойных деревьев на экотоне «лес–степь» отмечено, что в современный период потепления климата радиальный прирост сосны обыкновенной на лесостепной границе и в лесостепном экотоне лимитируется недостатком осадков и высокой температурой воздуха в течение вегетационного периода.

СИМОНЕНКОВА Виктория Анатольевна – к.с.-х.н., Оренбургский государственный аграрный университет, e-mail: simon_vik@mail.ru
КУЛАГИН Алексей Юрьевич – д.б.н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, e-mail: kulagin_ay@mail.ru

На лесостепных границе и экотоне действие климата усиливается [7].

В теоретическом и практическом плане представляют интерес последние десятилетия. Именно в этот период отмечаются значительные климатические изменения (например, засуха 2010 г.).

Объекты и методы исследований. В пределах Оренбургской области на зональном экотоне леса и степи было заложено 5 пробных площадей в культурах сосны обыкновенной в разных типах леса.

Характеристика каждого типа представлена в табл. 1–3.



Рис. 1. Схема района исследования: граница – зональный экотон леса (I, II, III) и степи (IV, V, VI). ППП 1 – сосняк травяной, культуры, возраст 50 лет; ППП 2 – сосняк травяно-мшисто-лишайниковый, культуры, возраст 35 лет; ППП 3 – сосняк травяной, культуры, возраст 57 лет; ППП 4 – сосняк травяно-лишайниковый, культуры, возраст 50 лет; ППП 5 – сосняк мшисто-лишайниковый, культуры, возраст 57 лет.

Т а б л и ц а 1

Характеристика древостоя сосны обыкновенной в различных условиях

№ ППП	Диаметр, см	Высота, м	Возраст, лет	Средний прирост за 1 год, мм
1 Сосняк травяной	30	17.7	50	3.0
2 Сосняк травяно-лишайниковый	23	18	50	2.09
3 Сосняк травяно-мшисто-лишайниковый	19.7	16.7	35	2.47
4 Сосняк мшисто-лишайниковый	18.3	21	57	1.77
5 Сосняк травяной	24.3	23.7	57	2.37

Т а б л и ц а 2

Характеристика лесорастительных условий на пробных площадях в сосняках травяных

Характеристика насаждения	Сосняк травяной, культуры, возраст 50 лет	Сосняк травяной, культуры, возраст 57 лет
Живой напочвенный покров	Земляника обыкновенная, одуванчик лекарственный, тимopheевка луговая, клевер красный, крапива двудомная	Звездчатка злаковая, одуванчик обыкновенный, крапива двудомная, осока жестковолосистая
Подлесок	Черемуха обыкновенная, малина лесная, дрок красильный	Малина лесная, боярышник кроваво-красный
Подрост	нет	Сосна обыкновенная

Характеристика лесорастительных условий на пробных площадях в сосняках травяно-лишайниковом, травяно-мшисто-лишайниковый, мшисто-лишайниковый

Характеристика насаждения	Сосняк травяно-лишайниковый, культуры, возраст 50 лет	Сосняк травяно-мшисто-лишайниковый, культуры, возраст 35 лет	Сосняк мшисто-лишайниковый, культуры, возраст 57 лет
Живой напочвенный покров	Лишайники – кладония лесная, кладония приальпийская, кладония оленья, кладония бахромчатая, смолевка поникшая, овсяница овечья, осока жестковолосистая, вейник наземный, зубровка душистая, горошек весенний	Чистотел большой, зубровка душистая, фиалка лесная, тысячелистник обыкновенный, осока жестковолосистая, лапчатка прямостоячая, конопля посевная, осот полевой, звездчатка злаковая, мхи – плеурозий, или плевроциум Шребера, политрихум волосоносный, лишайники – кладония лесная, кладония приальпийская, кладония оленья, кладония бахромчатая, земляника обыкновенная, вероника дубравная, котовник голый	Мхи – плеурозий, или плевроциум Шребера, политрихум волосоносный. Лишайники – кладония лесная, кладония приальпийская, кладония оленья, кладония бахромчатая
Подлесок	Дрок красильный	Смородина золотистая	нет
Подрост	нет	Сосна обыкновенная	Сосна обыкновенная

Пробные площади были заложены в соответствии с «ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» [8]. Определение радиального прироста сосны обыкновенной производилось по стандартной методике [9].

Модельные деревья (три на каждой пробной площади) произрастали в чистом сосновом древостое искусственного происхождения, II – III класса возраста. Возраст деревьев 35–57 лет, их средняя (по пробным площадям) высота 16.7–23.7 м, средний диаметр стволов 18.3–30 см. Полнота древостоя 0.3–0.4. Почвы на территории исследования: ПП 1 – темно-серые лесные, песчаные и супесчаные; ПП 2 – черноземы обыкновенные; ПП 3 – черноземы южные; ПП 4 – темно-каштановые, песчаные и супесчаные; ПП 5 – черноземы южные, солонцеватые.

При проведении исследований образцы древесины брались у деревьев, которые произрастают в неблагоприятных и экстремальных климатических условиях, где наиболее полно проявляется действие лимитирующих факторов. Кernels древесины отбирались на высоте 1.3 м с северной стороны.

После предварительной разметки календарных дат ширина годичных колец определялась на измерительной установке Sorimi Maxi. Точность измерения ширины колец 0.01 мм. Полученные серии перекрестно датировались для выявления выпавших или «ложных» колец.

Математическая обработка проводилась стандартными методами.

Результаты и их обсуждение. Типы леса отличаются друг от друга абиотическими и биотическими условиями произрастания основных лесобразующих пород, например, сосны обыкновенной. Наименьший средний радиальный прирост наблюдается в сосняке мшисто-лишайниковом, 57 лет, наибольший – в сосняке травяном, 50 лет.

Наиболее тяжелые условия для развития и возобновления сосны имеются в лишайниковых борах, расположенных по вершинам дюнов. Почва слабо развита. Поверхность песка седая от подушек оленьего мха. Стволы сосен корявые, часто искривлены, плохо очищены от сучьев. В окнах имеется редкий и обычно чахлый подрост, естественное возобновление идет очень медленно.

В мшистых борах условия для развития сосны значительно лучше, чем в лишайниковых. Почвы их песчаные, серые, с различной интенсивностью окраски и разной мощностью перегнойного горизонта, в западинах явно оподзоленные, значительно более богатые органическими веществами, чем почвы лишайниковых боров. В покрове под пологом насаждений характерны зеленые мхи, которые исчезают при повышении полноты. Самосев сосны, появляющийся в большом количестве, под сомкнутым пологом гибнет и сохраняется лишь в виде единичных, очень угнетенных деревьев, в окнах – развивается хорошо, образуя густые благонадежные группы подростка.

Густой травяной покров с обилием злаков крайне затрудняет появление и развитие самосева сосны. Почвы супесчаные, серые, сильно гумусированные, в поймах – черноземовидные. Сосны характеризуются хорошим ростом, но сравнительно плохо очищаются от сучьев и имеют даже в полных насаждениях довольно широкие кроны.

Достоверность различий по Стьюденту радиального прироста в сосняках травяном (50 лет) и травяно-лишайниковом, травяном (50 лет) и мшисто-лишайниковом, травяно-лишайниковым и травяно-мшисто-лишайниковым, находится в зоне значимости, т.е. группы на статистически значимом уровне различаются между собой (при $P \leq 0.01$).

Достоверность различий по Стьюденту радиального прироста в сосняках травяном (50 лет) и травяно-мшисто-лишайниковом, травяно-мшисто-лишайниковым и мшисто-лишайниковым находится в зоне неопределенности, т.е. различия между показателями достоверны на 5% уровне.

Достоверность различий по Стьюденту радиального прироста в сосняках травяных (50 и 57 лет), травяно-лишайниковым и травяном (57 лет), травяно-лишайниковым и мшисто-лишайниковым, травяно-мшисто-лишайниковым и травяном (57 лет), мшисто-лишайниковым и травяном (57 лет) находится в зоне незначимости, т.е. нет статистически значимых различий между показателями.

Если рассматривать динамику радиального прироста по годам в каждом типе леса, то можно отметить, что уменьшение прироста связано с уменьшением влажности (гидротермического коэффициента Селянинова), а также с наиболее

производительным возрастом сосны – 40–60 лет (рис. 2).

Сосна – требовательная к влаге порода. Внешние условия среды, например, травянистый покров, ливни, снегопады и другие факторы, уменьшают радиальный прирост сосны. В периоды онтогенеза у сосны обыкновенной наблюдаются качественные изменения в процессе роста, зависящие от климатических факторов, изменения в водном режиме и почвенном питании. В скорости роста деревьев имеются годовые изменения. Особенно велики эти отклонения в молодом возрасте.

Прирост сосны по диаметру зависит от температуры воздуха и осадков вегетационного периода. Во время похолодания прирост резко снижается. Во второй половине лета, когда запасы влаги в почве истощаются, рост сосны по диаметру зависит от количества выпадающих осадков. Во время продолжительных засух радиальный прирост прекращается и может быть возобновлен после дождей [10]. В большинстве случаев выявляется соответствие между минимальными значениями размеров годового кольца и снижением количества атмосферных осадков в течение вегетационного периода в текущем либо предшествующем году. Режим влагообеспеченности характеризуется цикличностью, в которой «сухие» фазы чередуются с «влажными».

Недостаток увлажнения является одним из лимитирующих факторов для прироста сосны обыкновенной. Повышение температуры воздуха само по себе не оказывает значительного влияния на радиальный прирост, но в засушливые периоды в большинстве случаев приводит к его снижению, а во влажные – к увеличению (рис. 3).

Заключение. Происходит смена лесных ландшафтов степными с изменением генетических типов рельефа, определяющих как мощность гумусового слоя, так и особенности циркуляции атмосферных и грунтовых вод. Более 80% площади лесных насаждений Оренбургской области – антропогенно-измененные ландшафты, что увеличивает степень ландшафтной неоднородности, снижает экологическую устойчивость лесных насаждений. Результаты измерений радиального прироста сосны обыкновенной на зональном экотоне леса и степи подтверждают тесную связь деятельности камбия с количеством атмосферных осадков, которая наиболее отчетливо проявляется в ми-

нимальной ширине древесных колец при минимуме осадков в текущем или предыдущем сезоне вегетации. Недостаток увлажнения является одним из лимитирующих факторов для прироста сосны обыкновенной. Обильный самосев сосны гибнет под сомкнутым пологом, сохраняясь лишь в виде единичных, очень угнетенных деревьев, густые благонадежные группы подроста развиваются только в окнах.

Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Агидель».

Литература

1. Гурский А.Ак., Гурский А.Ан. Совершенствование методов оценки насаждений и ведения хозяйства в лесах Оренбургской области и Северного Казахстана. Оренбург: ОГАУ, 2011. 404 с.
2. Симоненков В.С., Симоненкова В.А. Влияние климатического и биотического факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной в очагах массового размножения сосновых пилильщиков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4.
3. Громадин А.В. Влияние климатических факторов на радиальный прирост пихты кавказской // Докл. ТСХА. 2000. № 272. С. 152–153.

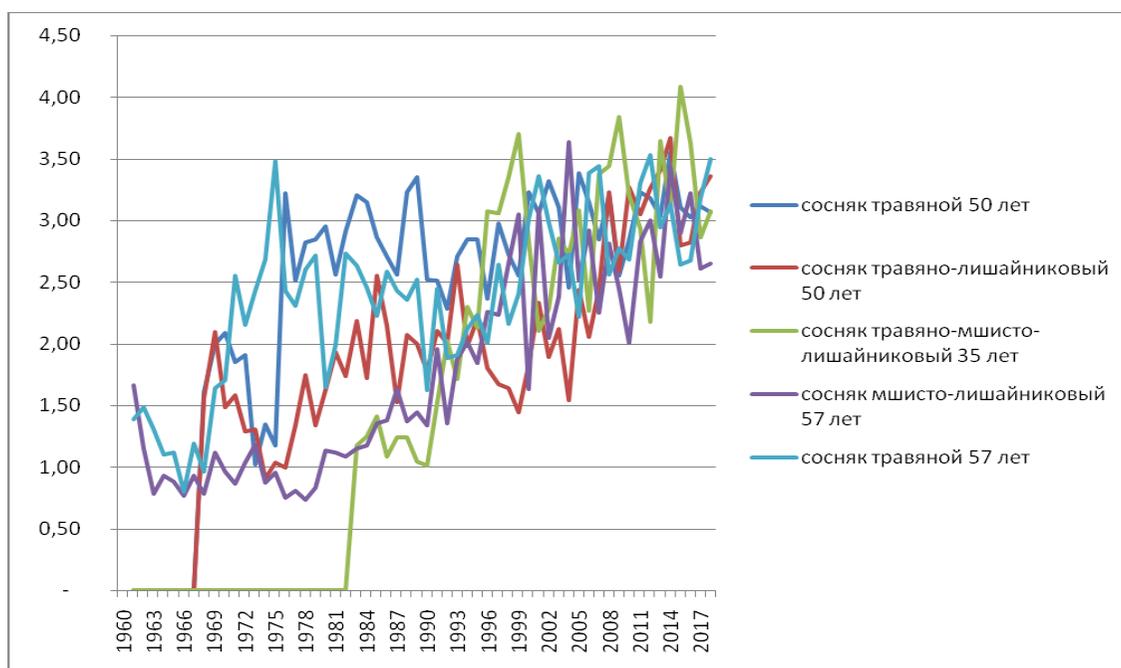


Рис. 2. Динамика среднего радиального прироста сосны обыкновенной в различных типах леса на зональном экотоне леса и степи

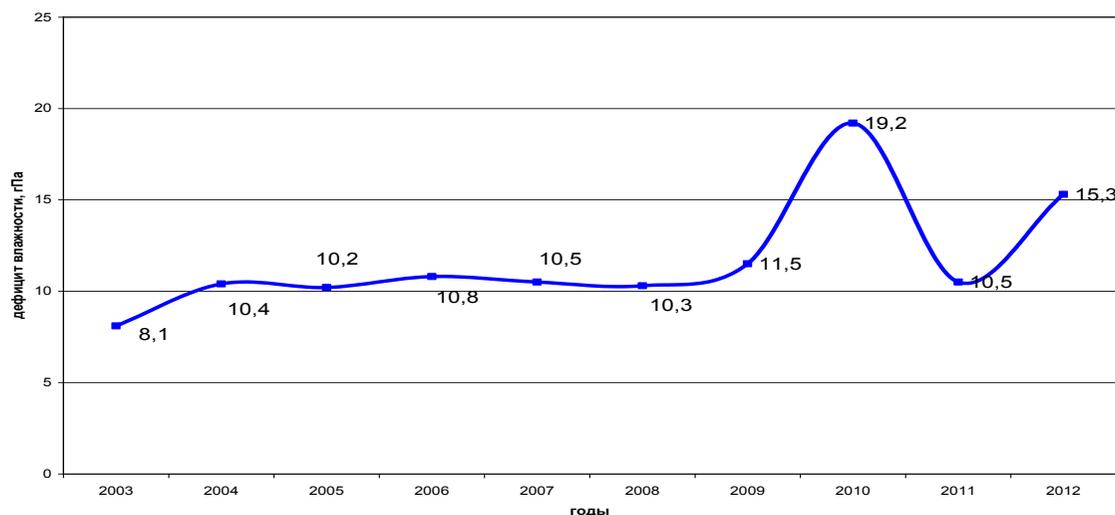


Рис. 3. Дефицит влажности за вегетационный период в Оренбургской области

4. Савва Ю.В., Ваганов Е.А., Милютин Л.И. Рост и структура годичных колец сосны обыкновенной в географических культурах Красноярской лесостепи в зависимости от климатических факторов // Материалы научной генетической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.Р. Жебрэка и 70-летию образования кафедры генетики в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, Москва, 26–27 февр., 2002. М., 2002. С. 286–288.

5. Розенберг Г.С., Феклистов Н.А. О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессионного анализа // Лесной журнал. 1981. № 2. С. 18–21.

6. Ваганов Е.А., Терсков И.А. Анализ роста дерева по структуре годичных колец. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 93 с.

7. Бочаров А.Ю., Савчук Д.А. Структура лесов и климатический отклик деревьев в зоне контакта «лес-степь» (Горный Алтай) // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. J. of Siberian Federal University/ Biology. 2015. №4. С. 54–68.

8. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Вв. впервые 23.05.1983 № 72. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984. 12 с.

9. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа) // Д.В. Тишин. Казань: Казанский университет, 2011. 33 с.

10. Гиниятуллин Р.Х., Кулагин А.Ю. Водный дефицит древесных растений в различных экологических условиях // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. 2015. Т. 15, вып. 3. С. 57–64.

References

1. Gursky A.A., Gursky A.A. Improvement of methods for assessing plantations and farming in the forests of the Orenburg region and Northern Kazakhstan. Orenburg: OGAU, 2011. 404 pp.

2. Simonenkov V.S., Simonenkova V.A. Influence of climatic and biotic factors on the radial growth of Scots pine in the centers of mass reproduction of pine sawflies // Modern problems of science and education. 2014. № 4

3. Gromadin A.V. Influence of climatic factors on the radial growth of fir in the Caucasus // Dokl. TLCA. 2000. № 272. With. 152 – 153.

4. Savva Yu.V., Vaganov E.A., Milyutin L.I. Growth and structure of pine annual pine rings in the geographical cultures of the Krasnoyarsk forest-steppe depending on climatic factors // Proceedings of the scientific genetic conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of A.R. Zhebrak and the 70th anniversary of the formation of the Department of Genetics at the Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, Moscow, February 26-27, 2002. Moscow, 2002. P. 286 – 288.

5. Rozenberg G.S., Feklistov N.A. On the prediction of pine and spruce growth by regression analysis, Lesnoi Zhurnal. 1981. № 2. P. 18–21.

6. Vaganov E.A., Terskov I.A. Analysis of tree growth according to the structure of annual rings. Novosibirsk: Science. Sib. deposit, 1977. 93 p.

7. Bocharov A.Yu., Savchuk D.A. Structure of forests and climatic response of trees in the contact zone "forest-steppe" (Gorny Altai) // Journal of the Siberian Federal University. Biology. Journal of Siberian Federal University / Biology. 2015. № 4. P. 54–68.

8. Dendroecology (the technique of tree-ring analysis) // D.V. Tishin. Kazan: Kazan University, 2011. 33 p.

9. OST 56-69-83. Areas of trial forest inventory. Method of bookmarking. Century. for the first time 23.05.1983 No. 72. Moscow: TsBNTI State Forestry of the USSR, 1984. 12 pp.

10. Giniyatullin R.Kh., Kulagin A.Yu. Water deficiency of woody plants in various environmental conditions // Izvestiy of the Saratov University. New episode. Ser.Chemistry. Biology. Ecology. 2015. T.15. Issue. 3. P.57–64.

RADIAL GROWTH OF PINE ORDINARY (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN THE ZONAL ECOTONE OF FORESTS AND STEPPE

© V.A. Simonenkova¹, A.Yu. Kulagin²

¹Orenburg State Agrarian University
18, ulitsa Chelyuskintsev, 460014, Orenburg, Russian Federation

²Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Centre, RAS,
69, prospekt Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

The results of estimating the radial growth of Scots pine on the zonal ecotone of the forest and steppe are presented. In an ecotone environment, changes in the environment lead to significant changes in ecosystems. In such situations, adaptive responses of forest-forming species of woody plants ensure the stability of ecosystems in changing environmental conditions. Dynamics of radial tree growth in the conditions of the zonal ecotone allows predicting the state of forest plantations. The results of measurements of the radial growth of Scots pine on the zonal ecotone of the forest and steppe confirm the close relationship of the activity of the cambium with the amount of atmospheric precipitation that is most clearly manifested in the minimum width of the tree rings with the minimum precipitation in the current or previous season of vegetation. The lack of moisturizing is one of the limiting factors for the growth of Scots pine. Samosov pine, appearing in large numbers, but under a closed canopy perishes and remains only in the form of single, very oppressed trees, but in the windows develops well, forming dense trustworthy groups of adolescence.

Key words: common pine, radial growth, zonal ecotone, forest types, forest – steppe.