

С.А. Николаева, Д.А. Савчук

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск)

E-mail: sanikoll@rambler.ru

РОСТ И РАЗВИТИЕ ДЕРЕВЬЕВ И ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований СО РАН (проект 7.10.1.3) и финансовой поддержке РФФИ (проект 05-07-98009р_объ_в).

Аннотация. *Рассмотрены рост и развитие деревьев и древостоев сосны на Обь-Томском междуречье и правобережье Томи. Этапы роста одновозрастных поколений деревьев сосны выделены по характеру изменения прироста по площади поперечного сечения ствола, этапы онтогенеза деревьев и развития древостоев сосны – по морфологическим признакам.*

Ключевые слова: *Pinus sylvestris; этапы роста; этапы развития деревьев и древостоев.*

Сосновые леса широко распространены на территории Западной Сибири и являются важнейшей лесосырьевой базой. Благодаря высоким техническим качествам древесины, относительной близости их массивов к транспортным путям, особенно на юге региона, они являются объектами первоочередного хозяйствования. Леса, расположенные на юге Томской области, имеют давнюю историю освоения и испытывают разнообразные антропогенные воздействия (рубки, пожары и т.п.), особенно усилившиеся в XX в. [1–3]. Одной из научных проблем современного лесоведения и лесоводства является поиск путей повышения продуктивности и улучшения качественного состава лесов Сибири на основе исследования биологии и экологии древесных видов, структуры (таксационной, пространственно-временной, приростной и т.п.) и продуктивности лесов. Несмотря на обилие литературных сведений об отдельных аспектах биологии сосны, структуры и продуктивности их лесов, они трудно сопоставимы, поскольку относятся к разным географо-экологическим или экспериментальным условиям, популяциям и этапам онтогенеза [1, 2, 4]. В подзонах средней и южной тайги Западно-Сибирской равнины исследованы типология лесов, основные закономерности строения, продуктивности и динамики прироста суходольных сосняков [1–3, 5–8]. Онтогенез деревьев сосны не описывался. Территория юга Томской области является районом, оптимальным для произрастания хвойных видов [9]. Здесь отсутствуют постоянно действующие лимитирующие рост деревьев факторы, четко выражена кривая «большого» роста. Задача исследования – установить возрастные особенности роста и развития деревьев и древостоев сосны на юге Томской области.

Район, материалы и методы

Район исследования – Обь-Томское междуречье и правобережье р. Томи. Среднегодовая температура воздуха, по данным метеостанции Томск, составляет $-0,6^{\circ}\text{C}$, среднемесячная температура воздуха июля (самый теплый месяц года в 89% случаев) $+18,1^{\circ}\text{C}$, января (самый холодный месяц года в 51% случаев) $-19,2^{\circ}\text{C}$. Безморозный период длится 114 (от 89 до 139) дней. По годовому количеству осадков район относится к зоне избыточного увлажнения – 517 (от 301 до 865) мм. Больше количество осадков выпадает в теплую половину года, из них 38–42% от всех осадков теплого периода приходится на июль и август. Устойчивый снежный покров появляется 30–31 октября, разрушается 18–22 апреля и удерживается 176–182 дня. Высота снежного покрова под пологом леса составляет в среднем 60–80 см, а запас воды в снеге – 150–170 мм [10–12].

Объекты исследования – суходольные сосняки. В рельефе они располагаются либо на гривах ложбин стока, перекрытых с поверхности супесями и легкими суглинками, либо на вторых террасах рр. Оби и Томи, сложенных песчаными и супесчаными породами. Почвы – подзолы иллювиально-железистые в первом случае или светло-серые и серые, часто глееватые – во втором. В автоморфных почвах гидрологические условия местоположений стабильно связаны с атмосферным типом водного питания. В подзолах формируется устойчивый горизонт иссушения ниже 70 см практически в течение всего периода вегетации, что свидетельствует об отсутствии связи с нижележащими водоносными горизонтами [13].

По данным лесоустройства, на Обь-Томском междуречье на долю хвойных приходится половина лесопокрытой площади, среди которых преобладают высокопродуктивные сосновые леса (30–40%). На правобережье р. Томи в пределах исследованной части доля хвойных и сосновых лесов существенно ниже. Большая часть сосняков на данной территории сформировалась после пожаров или рубок. Пробные площади (ПП) заложены в 2005–2007 гг. в сосняках разнотравном, карагановом, орляковом, мелкотравном Ia–II класса бонитета и зеленомошного II–III класса бонитета. В составе обследованных ценозов сосна составляет (40) 70–100%. В зависимости от возраста и продуктивности их средняя высота 21–35 м, диаметр 20–57 см, абсолютная полнота древостоев 24–56 м²/га (табл. 1).

Возраст древостоев – 20–165 лет. В них единично сохраняются деревья от предыдущего поколения или появляются более молодые. Кроме того, описаны сосняки, сформировавшиеся после рубок, в древостое которых выделяется два поколения (I – дорубочное в возрасте 110–115 лет и II – после рубочное в возрасте 70–80 лет). На момент обследования практически во всех сообществах видны те или иные следы воздействия человека (пожарные подсушины, пни от спиленных деревьев и сухостоя, измененный видовой состав нижних ярусов, следы подсочки и т.п.).

Т а б л и ц а 1

**Характеристика обследованных сосняков
на Обь-Томском междуречье и правобережье Томи**

№ п/п	Сообщество	Состав древостоя	Порода. Ярус	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	Плотность, экз./га
Одновозрастные								
АК-44	ртр разреж	10С	С всего	20 –	11 –	15 –	Ia –	1829 1886
ТМ-27	чр	9С1Ос	С всего	55 –	21 –	24 –	I –	944 1122
ТМ-05	ртр	4С4Б2Ос	С всего	60 –	25 –	41 –	Ia –	130 853
Кл-08	чр-ртр	9С1Лц+Ос	С всего	65 –	26 –	37 –	Ia –	920 1070
Ор-09	караг	7С2Б1Ос	С всего	70 –	23,5 –	25 –	I –	680 1533
ТМ-03	ртр	8С2Б	С всего	75 –	27 –	39 –	Ia –	433 912
СМ-34	мтр-осч	9С1Б	С всего	75 –	28 –	32 –	Ia –	880 1390
СМ-33	мтр-чр	10С	С всего	75 –	26 –	38 –	I –	400 410
Кл-06	караг	10С	С	95	30	39	Ia	519
Кр-12	орл	8С2Б	С всего	100 –	28 –	40 –	I –	270 490
Чр-23	орл	9С1Б	С всего	100 –	29 –	41 –	I –	450 675
Пб-45	осч-ртр	9С ₁₁₅ 1Б + + Ос, С ₅₀	С ед. С всего	115 50 –	26 18 –	38,5 11 –	II –	272 196 704
Св-41	мал-ртр	9С1Б	С всего	140 –	35 –	66 –	Ia –	170 200
ТМ-01	змш	10С	С	140	25	39	III	432
ТМ-29	змш	10С	С	145	29,5	38	II	470
ТМ-02	змш	10С	С	145	28	37	II	580
Св-40	ртр	8С ₁₄₅ 2Б + С ₅₅	С ед. С всего	145 55 –	35 – –	68 16 –	I – –	160 140 350
ТМ-26	мтр-осч	10С ₁₅₀ +С ₇₅	С ед. С всего	150 75 –	35 20 –	59 13,5 –	Ia –	231 188 444
Разновозрастные								
Кр-13	орл	I (5Ос3Б2С)* II 9С1Ос+Б	I С II С всего	110 70 –	28 13 –	37 13 –	II IV –	20 380 720
Кл-07	чр-ртр	6С ₁₃₀ 2С ₇₅ 1Б1Ос	С С всего	130 75 –	26 21 –	61 27 –	II – –	56 114 530
ТМ-04	чр-ртр	5С ₁₄₀ 3С ₈₀ 1Б1Лц	I С II С всего	140 80 –	26,5 24 –	60 34 –	II – –	93 233 633
ТМ-25	бр-змш	7С ₁₄₀ 3С ₈₀	I С II С всего	140 80 –	25 15,5 –	34 16 –	III – –	570 850 1460
Св-42	мал-крап	8С ₁₅₅ 2С ₈₀	I С II С всего	155 80 –	28 22 –	74 33 –	II – –	440 440 880

Примечание. Сообщество: ртр – разнотравное; чр-ртр – чернично-разнотравное; чр – черничное; мтр-осч – мелко-травно-осочковое; мтр-чр – мелкотравно-черничное; мал-ртр – малиново-разнотравное; мал-крап – малиново-крапивое; караг – карагановое; орл – орляковое; змш – зеленомошное; бр-змш – бруснично-зеленомошное. *В скобках – остатки деревьев первого яруса после рубки древостоя; примесь (менее 3%) других пород в составе древостоя не указана. Порода: С – сосна; Ос – осина; Б – береза; Лц – лиственница.

На пробных площадях проводился пересчет деревьев, измерялись их высоты по ярусам, определялся тип леса. Кроме того, отбиралось по 10–30 модельных деревьев из разных ступеней толщины, у которых брались керны по двум радиусам в нижней части ствола (на высоте 0,2–1,3 м в зависимости от диаметра дерева, степени развития корневых лап и наличия стволовых гнилей). Ширина годичных колец измерялась с помощью измерительного комплекса LINTAB с точностью до 0,01 мм. Полученные индивидуальные ряды радиального прироста по каждому радиусу перекрестно датировались и усреднялись в ряды по отдельным деревьям, по которым рассчитывали прирост по площади поперечного сечения ствола (Z_s) каждого дерева. Погодичные изменения продуктивности нального древостоя оценивали по сумме Z_s деревьев на ПП с учетом их представленности по ступеням толщины. Этапы роста деревьев и древостоев выделяли графически по тенденциям, проведенным по максимальным и минимальным значениям приростов [14].

Разбивка на этапы (периоды и онтогенетические состояния) у деревьев сосны проводилась по общепринятой схеме периодизации онтогенеза [15 и др.], на этапы развития древостоев и лесных сообществ – по схемам, принятым в лесоводстве [16–17]. При характеристике морфологических признаков деревьев разных онтогенетических состояний и древостоев, находящихся на разных этапах их восстановительно-возрастного развития, нами использовались собственные и литературные данные [1, 4, 6–8].

Результаты исследований

Рост и развитие деревьев сосны. В онтогенезе сосны выделяется три периода (эмбриональный, прегенеративный, генеративный) и 9 онтогенетических состояний. Кроме того, сенильный период у деревьев сосны, выделенный С.Н. Санниковым [4] в Припышминской предлесостепи, описан только по литературным данным.

Эмбриональный период – период формирования семени – длится с момента оплодотворения яйцеклетки до начала прорастания зародыша. Он включает эмбриональное и латентное состояния (sm). Описан Т.П. Некрасовой [18]. Прегенеративный период включает предъювенильное, ювенильное, имматурное и виргинильное состояния. Предъювенильное, или герменальное, (pl) состояние – прорастание семени и формирование проростка, его продолжительность 18–20 дней. Ювенильное (j) состояние (одноосный неветвящийся сеянец) у сосны длится около 2 лет и характеризуется незначительным ростом в высоту и интенсивным ростом главного корня [4].

У имматурных (im) особей появляются боковые побеги, начинается интенсивный рост стволика, ассимиляционного аппарата и боковых корней [4]. В 10-летнем возрасте особи не превышают 3 м в высоту и 2 см в диаметре. Приросты в высоту составляют 28 см, в диаметре 1,7 мм (рис. 1, а, б). Биомасса кроны (ветви, хвоя) к концу состояния незначительная (см. рис. 2, а, б). В ее структуре преобладает доля хвои (65–75%). Биомасса кроны составляет 60–80% от биомассы ствола [7]. Продолжительность состояния с 3 до 8–10 лет [4].

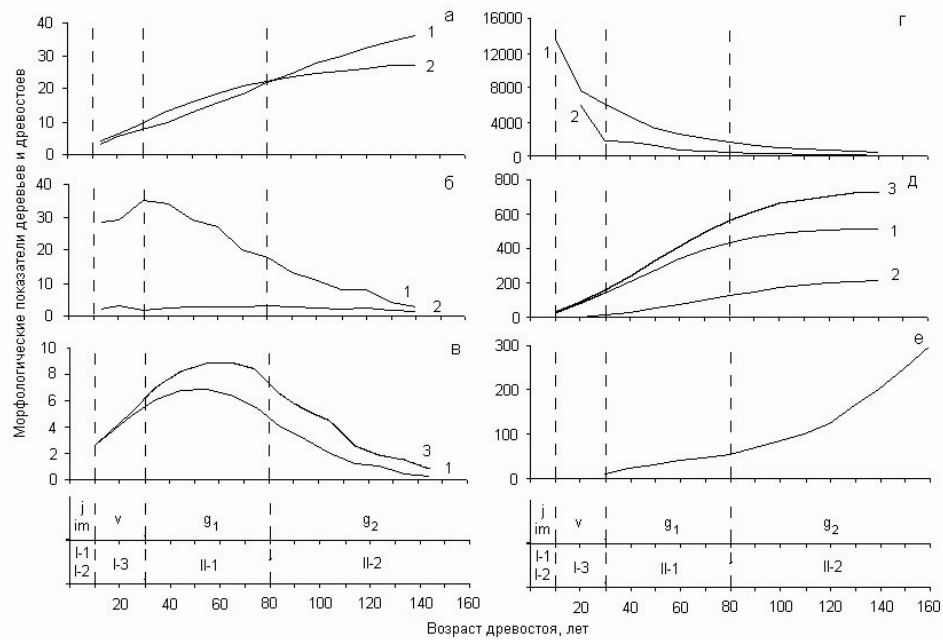


Рис. 1. Рост деревьев и древостоев сосны в сосняке зеленомошном подзоны южной тайги (*a-d* – по [2]) и Припышминской предлесостепи (*e* – по [4]) Западно-Сибирской равнины: *a* – высота (2, м) и диаметр (1, см); *б* – прирост в высоту (1, см) и в диаметре (2, мм); *в* – прирост по запасу древостоя, общий и наличный ($\text{м}^3/\text{га}$); *г* – численность древостоя и отпад (экз./га); *д* – запас древостоя, отпад и общий запас (м^3); *е* – количество шишек (шт./дерево); *в*, *г*, *д* – наличный древостой (1), отпад (2), суммарный (3). Онтогенетические состояния неугнетенных деревьев сосны: *j* – ювенильное; *im* – имматурное; *v* – виргинильное; *g*₁ – молодое генеративное; *g*₂ – зрелое генеративное.

Этапы развития сосняков: периоды (I–II), фазы (1–3).

Разбивка на этапы развития деревьев и сообществ наша

Виргинильные (*v*) деревья достигают учетной в таксации величины диаметра на высоте груди 5–10 см (см. рис. 1, *a*, рис. 3, *б*). Крона конусовидная, занимает 3/4 длины ствола. Ветви направлены под углом вверх [8]. Средне-периодический прирост в высоту достигает максимальных за весь онтогенез величин (34–35 см), прирост по диаметру высокий (2,0–3,4 мм) (рис. 1, *б*). Идет формирование кроны дерева. При незначительной скорости нарастания ее биомассы (рис. 2, *a*, *б*) быстро изменяется ее структура по сравнению с имматурными особями. Доля хвои в кроне хорошо развитых деревьев снижается до 40–60% [7]. В это время хвоя обеспечивает в основном прирост деревьев в высоту [19]. Продолжительность состояния, по нашим данным, с 8–12 лет до начала семеношения в возрасте 15–30, под лиственным пологом до 55–70 и более лет.

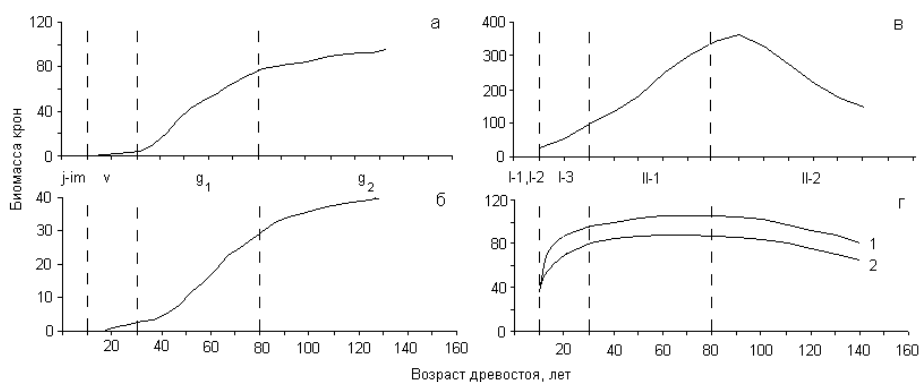


Рис. 2. Биомасса крон деревьев и древостоев в сосняке разнотравном зоны лесостепи Западно-Сибирской равнины (цит. по: [7]): а – ветви (ц/дерево); б – хвоя (кг/дерево) у лидерных деревьев; в – ветви (ц/га); г – хвоя (ц/га) древостоев. 1 – потенциально возможная, 2 – наиболее часто встречающаяся. Остальные обозначения см. на рис. 1

Генеративный период включает молодое, зрелое и старое генеративные состояния. У молодых генеративных (g_1) деревьев идет постепенное увеличение высоты и диаметра ствола (см. рис. 1, а, б; рис. 3, а, б). Крона конусовидная компактная, занимает 1/3–1/4 длины ствола. Ветви направлены вверх, но под большим углом к лидерной оси по сравнению с предыдущим состоянием [8]. Прирост в высоту снижается с 29 см в начале состояния до 18–20 см в его конце, прирост по диаметру стабильно высокий – 2,8–3,4 мм (см. рис. 1, а, б). Существенно увеличивается биомасса кроны за счет высокой скорости ее роста (рис. 2, а, б), но ее доля по отношению к массе ствола незначительная (12–16%). Соотношение биомассы хвои и ветвей на протяжении всего состояния сохраняется постоянным: 27–33% хвои и 73–67% ветвей [7]. Хвоя начинает обеспечивать накопление фитомассы в несущей конструкции дерева – стволе и крупных сучьях [19]. Семеношение сосны, незначительное в начале (10–25 шишек на дерево), постепенно увеличивается к концу состояния (рис. 1, е). Продолжительность состояния в исследованных сосняках с 15–30 (55–65) лет до 75–85, реже 110–115 лет.

У зрелых генеративных (g_2) деревьев идет дальнейшее наращивание диаметра, а высота стабилизируется (см. рис. 1, а, б; рис. 3, а, б). Крона овальная компактная, занимает 1/5 длины ствола. Ветви принимают горизонтальное положение [8]. Прирост в высоту снижается с 11–13 см в начале состояния до 3–4 см в его конце, прирост по диаметру – с 3–2,7 до 1,8–1,6 мм (см. рис. 1, а, б). Биомасса кроны достигает наибольших за весь онтогенез значений, а скорость ее роста стабилизируется на более низком уровне по сравнению с молодыми генеративными деревьями (рис. 2, а–б). Доля хвои в кроне сохраняется на том же уровне, что и в предыдущем состоянии (около 30%). Биомасса кроны составляет незначительную часть биомассы стволов (менее 10%) [7]. Урожай шишек на дереве доходит до 100–300 шт. (рис. 1, е). Продолжительность состояния в исследованных сосняках с 75–85 (110–115) до 150–170 лет.

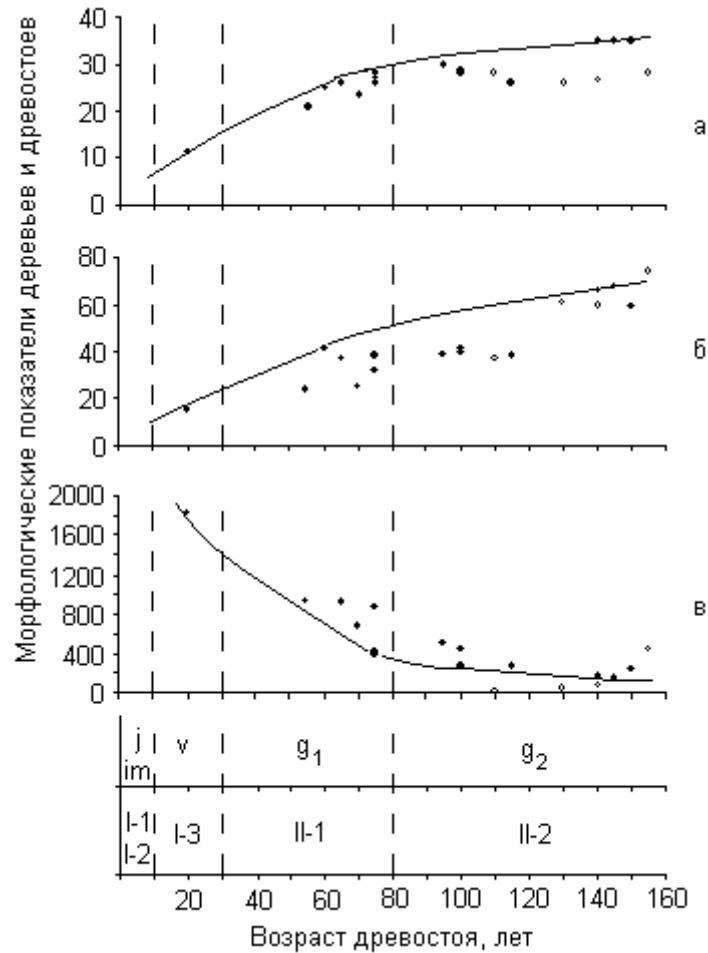


Рис. 3. Высота (а, м), диаметр (б, см) и численность (в, экз./га) деревьев сосны в сосняках травяных подзоны южной тайги Западно-сибирской равнины (Обь-Томское междуречье и правобережье Томи). Древостой: черный кружок – одновозрастные, белый – разновозрастные. Остальные обозначения см. на рис. 1

У старых генеративных (g_3) деревьев крона неправильной формы, округлая, реже овальная, занимает 1/3–1/4 длины ствола. Скелетные ветви направлены не только горизонтально, но и свисают вниз в нижней части кроны [8]. Урожай шишек в начале состояния составляет 500–700 шт./дерево [4]. Постгенеративный период (старость и отмирание) характеризуется быстрым падением интенсивности и продуктивности всех физиологических процессов, роста и устойчивости к внешним воздействиям [4]. В связи с высокой освоенностью территории на юге Томской области встречаются в основном древостои в возрасте до 60–80 лет, значительно реже 100–160 лет. Сосняки старше 160 лет, возможно, встречаются в отдаленных от населенных пунктов

местах. Но нами они не обнаружены и отсутствуют в работах других авторов, обследовавших данный район [2, 6–7]. По этой причине отсутствует фактический материал для описания старых генеративных и сенильных деревьев.

В обследованных сосняках в динамике Z_S всех деревьев в древостое от господствующих до угнетенных выделяется несколько этапов роста (рис. 4, а). Смена этапов роста у большей части деревьев осуществляется синхронно. В начале жизни при невысокой скорости роста ускорение роста (угол наклона тенденций) самое большое за весь онтогенез. На следующих этапах роста у неугнетенных особей при большой скорости роста ускорение обычно незначительное, т.е. наблюдается стабилизация прироста. У угнетенных деревьев скорость роста резко снижается, а ускорение становится отрицательным.

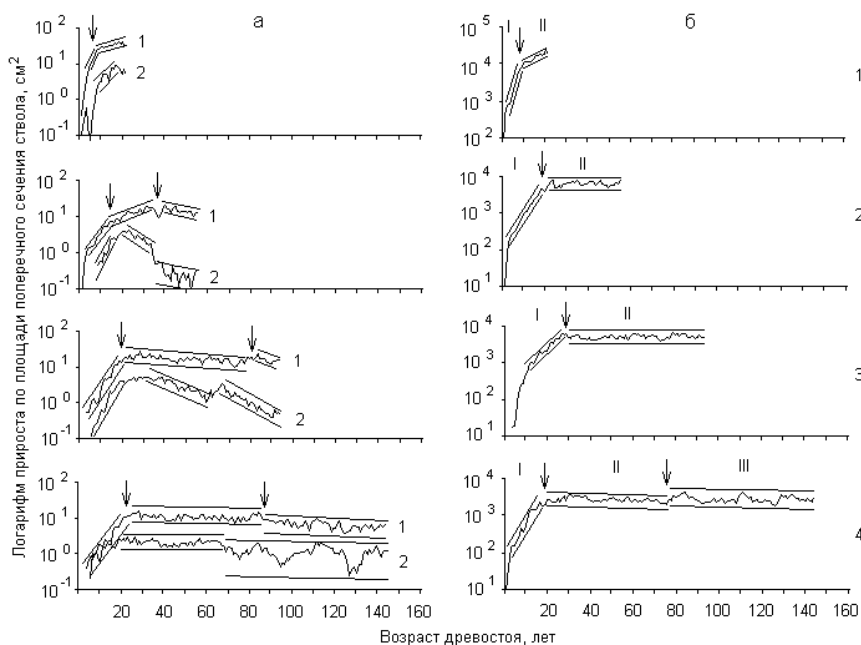


Рис. 4. Динамика прироста по площади поперечного сечения ствола деревьев (а, см²) и наличного древостоя (б, см²) в сосняках 20-, 55-, 95- и 145-летнего возраста подзоны южной тайги Западно-Сибирской равнины (Обь-Томское междуречье и правобережье Томи). Деревья (а): 1 – лидерное; 2 – угнетенное. Сообщества (б): 1 – разнотравное (Ак-44); 2 – черничное (Тм-27); 3 – карагановое (Кл-06); 4 – зеленомошное (Тм-02)

Учитывая абсолютный возраст и морфологические характеристики обследованных деревьев сосны, можно каждый этап их роста идентифицировать с этапами онтогенеза [14]. В частности, у лидерных деревьев начальные этапы роста можно идентифицировать с иматурным и виргинильным состояниями, последующие – с молодым и зрелым генеративными состояниями.

Рост и развитие сосновых древостоев. Рост и развитие деревьев проходят в составе лесных сообществ, поэтому выделяемые качественные этапы

будут отражать «общие для всех растений особенности онтоценогенеза и состояния сообществ в целом» [16. С. 171]. Синхронная смена этапов роста у большинства деревьев будет маркировать определенные события в жизни древостоев и совпадать по времени с изменением других его параметров, например густоты [14, 20].

В развитии леса как качественном изменении, происходящем в процессе его роста и формирования, в практике лесоводства выделяют следующие возрастные этапы: молодняк, или чаща (1–20 лет), и жердняк (21–40 лет). Начальные этапы становления организма (самосев и смыкание крон) дополнительно выделяются в категории «молодняк». Особи самосева имеют малоразвитую корневую систему и небольшую листовую поверхность. Они затрачивают энергию на одревеснение стебля, формирование крон и корней и подготавливают себя к активному росту до периода смыкания крон. Деревца при смыкании крон имеют 6–8 мутовок с густым охвоением. После этого начинается собственно этап молодняка. Этапы молодняка и жердняка характеризуются высокой скоростью роста ствола в высоту. В средневозрастных древостоях (41–60 лет) снижается прирост ствола по высоте, начинается семеношение. В приспевающих древостоях (61–80 лет) замедляется прирост по высоте. В спелых древостоях (81–100 или 101–120 лет) почти отсутствует прирост ствола по высоте, но сохраняется прирост древесины по диаметру. Перестойные древостои (120 и более лет) прекращают свой рост, они начинают разрушаться от старости и болезней [17]. Поскольку возрастные этапы, используемые в практике лесного хозяйства, имеют жесткую привязку к абсолютному возрасту древостоев, их абсолютные возрасты не могут служить возрастными границами для выделения реальных этапов развития лесных сообществ.

В географо-генетическом направлении типологии лесов выделяют этапы развития лесных сообществ, отражающие изменения лесных биогеоценозов и условий среды во времени. При отнесении сообщества к тому или иному этапу восстановительно-возрастной динамики лесов обычно выделяют три периода и несколько фаз развития. Период I представляет собой восстановление и формирование древостоя, II – интенсивный рост и стабилизацию и III – распад первых послепожарных поколений основной породы [16]. По своим характерным признакам к первому периоду можно условно отнести молодняки и жердняки, ко второму – средневозрастной, приспевающий и спелый древостой и к третьему – перестойный древостой.

Период I восстановления древостоя включает три фазы. Первая фаза – травяное сообщество на вырубке или гари, в основном представленное высокотравьем, разнотравьем и злаками. Продолжительность 1–5 лет.

Вторая фаза – появление самосева на вырубке или гари и его развитие до смыкания крон. В зависимости от начальной численности сосны и условий возобновления формируются чистые или смешанные с березой и осиной молодняки [3, 5]. К концу фазы плотность древостоев достигает наибольшей величины. В это время заселение площади (открытые группировки древесных растений) сменяется естественным изреживанием древостоя (закрытый ценоз) [21]. Поскольку сосна является светолюбивым быстрорастущим видом,

то начальные этапы развития (от проростков до иматурных особей) проходят очень быстро и вторая фаза заканчивается к 8–10 годам.

Третья фаза – интенсивный рост соснового древостоя. На протяжении фазы идет быстрое снижение густоты древостоя за счет отпада угнетенных деревьев. Запас древесины и скорость его роста небольшие, но темп его прироста очень высокий (см. рис. 1, *в–д*). Скорость роста биомассы крон древостоя очень высокая, особенно биомассы хвои (см. рис. 2, *в, г*). Все особи находятся в виргинильном состоянии.

Длительность Периода I, по-видимому, зависит от скорости заселения территории главной породой и времени формирования соснового сообщества (табл. 2). При быстром заселении территории формирование древостоев идет 13–25 лет, при более длительном заселении – 45–65 лет. В большинстве изученных сообществ первый период и третья фаза, в частности, завершились быстро (в 15–30 лет), в отдельных случаях в 50–70 лет. Более длительный период заселения характерен для участков, где сосна в молодом возрасте росла совместно с лиственными породами или под их пологом, например в сосняках – карагановом (ПП Ор-9), орляковом (ПП Чр-23, Кр-12) и мелко-травно-осочковом (ПП Тм-26). Особенно этот период затянулся под осиновым пологом (Кр-13), где 70-летние виргинильные особи сосны имели угнетенный вид. И скорее всего, большая их часть погибла, если бы не были проведены рубки верхнего полога.

Таблица 2

Продолжительность этапов роста одновозрастных поколений деревьев в сосняках на юге Томской области

Условные этапы	Этапы роста*		Этапы развития лесных сообществ	Этапы (период, состояние) онтогенеза**
	Продолжительность, лет	Возраст древостоя в конце этапа, лет		
I	<u>13–25</u> 45–65	<u>15–30</u> 50–70	I-1, I-2, I-3	Прегенеративный период (im-v)
II	<u>50–60</u> 90	<u>75–85</u> 110–112	II-1	Генеративный период (g ₁)
III	<u>Не менее 65–70</u> –	<u>Не менее 150–160</u> –	II-2	Генеративный период (g ₂)

* Установлены по динамике прироста по площади поперечного сечения ствола;

** Одновозрастных поколений.

Прочерк – не установлены из-за отсутствия данных. В числителе указано время при быстром заселении территории, в знаменателе – при медленном. Остальные обозначения см. на рис. 1.

Период II интенсивного роста и стабилизации включает две фазы. Первая фаза – созревание древостоя: стабилизация роста и начало семеношения сосняков. Запас древесины сосняков продолжает постепенно увеличиваться. Скорость его роста максимальная за время жизни древостоя, а темп его роста стабилизируется (см. рис. 1, *в, д*). Снижается скорость отпада деревьев из древостоев, но отпад идет за счет более крупных деревьев (см. рис. 1, *г*;

рис. 2, в). Биомасса крон древостоя увеличивается в основном за счет дальнейшего увеличения размеров ветвей при стабильной биомассе хвои (см. рис. 2, в, з). Семеношение древостоев экспоненциально увеличивается [4] за счет увеличения семеношения отдельных деревьев и перехода все большего количества деревьев к семеношению. На протяжении этой фазы неугнетенные деревья (лидерные и средние) основного поколения находятся в молодом генеративном состоянии, угнетенные сохраняют виргинильное состояние. Продолжительность фазы – 50–60 лет, заканчивается она в возрасте 75–85 лет при условии быстрого заселения территории сосной на первом этапе и при отсутствии существенных внешних воздействий в дальнейшем. Продолжительность фазы может удлиняться во времени (ПП Св-41) либо сдвигаться по срокам (ПП Тм-26), в этом случае она заканчивается на 25–35 лет позже, чем обычно в возрасте 110–112 лет (см. табл. 2).

Вторая фаза – спелость древостоя. Запас древостоя стабилизируется на максимально возможном уровне, а прирост его древесины существенно снижается (см. рис. 1, в, д). Численность деревьев в древостое стабилизируется на определенном низком уровне (см. рис. 1, з; рис. 2, в), а отпад идет за счет отдельных крупных деревьев. В результате постепенно начинает снижаться биомасса крон древостоя в основном за счет крупных скелетных ветвей (рис. 2, в–з). Семеношение древостоев продолжает увеличиваться, но не так быстро, как на предыдущей фазе [22]. Неугнетенные деревья основного поколения в древостое представлены зрелыми генеративными особями. Продолжительность фазы составляет не менее 65–75 лет и, по-видимому, заканчивается в возрасте 150–160 лет (см. табл. 2).

Период III (распад первых послепожарных поколений основной породы) не представляется возможным рассмотреть из-за отсутствия материалов по соснякам этого возраста в районе исследований.

Во всех обследованных сосняках в динамике Z_S наличного древостоя выделяется 2–3 этапа роста (см. рис. 4, б). На I этапе скорость роста небольшая, но ускорение роста (угол наклона тенденций) больше, чем на последующих этапах, на II–III этапах при большей скорости роста ускорение обычно незначительно, т.е. наблюдается стабилизация прироста. После стабилизации текущего прироста древесины в слабо нарушенных хозяйственной деятельностью сосняках (однообразные древостои) в динамике колебаний их прироста четко прослеживается двойной солнечный цикл. Причем во всех сообществах исследуемого района наблюдается довольно синхронное совпадение его максимумов и минимумов за последние 100 лет. Антропогенные воздействия (рубки, низовые пожары, подсочка и т.п.) в сосняках нарушают возрастное строение и особенности в нарастании древесины, существенно видоизменяя «типичную» форму кривой, длительность этапов роста в древостое, а также синхронность приростов древесины между разными сообществами. У сохранившихся деревьев после таких воздействий некоторое время наблюдается депрессия прироста. Формируются разновозрастные древостои, динамика текущего прироста наличного древостоя которых зависит уже от доли участия и скорости роста деревьев двух поколений.

Учитывая абсолютный возраст и морфологические параметры обследованных древостоев сосны, каждый этап их роста идентифицируется с определенными этапами развития лесных сообществ [14], что и было сделано при описании этапов восстановительно-возрастной динамики сосняков. Первый этап роста совпадает с I периодом развития сосняков, второй этап роста – с первой фазой II периода (II-1) и третий этап роста – со второй фазой II периода (II-2) (см. рис. 4, б).

Таким образом, в онтогенезе деревьев сосны и развитии сосновых древостоев на юге Томской области наблюдается согласованность роста и развития отдельных деревьев и сообщества в целом. В онтогенезе сосны выделены два периода и семь фаз развития, в динамике восстановительно-возрастного развития сосняков – два периода и пять фаз развития, в динамике роста (по данным прироста по площади поперечного сечения ствола) деревьев и древостоев – до трех этапов роста. Отдельные этапы онтогенеза одновозрастных поколений сосны совпадают с соответствующими этапами восстановительно-возрастного развития сосняков. Их границы могут датироваться по переходам между этапами роста деревьев и древостоев, за исключением начальных этапов развития, пока не сформируется хотя бы несколько годичных колец. При отсутствии задержек в развитии деревьев и древостоев сосны каждый последующий этап их развития удлиняется во времени.

Литература

1. *Верхунов П.М.* Закономерности строения разновозрастных сосняков. Новосибирск: Наука, 1976. 255 с.
2. *Габеев В.Н.* Экология и продуктивность сосновых лесов. Новосибирск: Наука, 1990. 229 с.
3. *Паневин В.С.* Леса и лесное хозяйство Томской области. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. 126 с.
4. *Санников С.Н.* Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье // Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и в Зауралье. Свердловск, 1976. С. 124–165.
5. *Дорохин А.Н.* Особенности формирования сосновых насаждений на вырубках Кривошеинского лесхоза Томской области // Вопросы повышения продуктивности лесов: Матер. конф. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1968. С. 114–120.
6. *Зиганшин Р.А.* Особенности таксационного строения бруснично-зеленомошных сосняков междуручья Оби и Томи в связи с возрастом // Изучение природы лесов Сибири. Красноярск, 1972. С. 42–48.
7. *Габеев В.Н.* Биологическая продуктивность лесов Приобья. Новосибирск: Наука, 1976. 171 с.
8. *Кармазин А.У.* Аэровизуальные признаки сосновых насаждений Западной Сибири // Вопросы повышения продуктивности лесов: Матер. конф. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1968. С. 329–336.
9. *Черепнин В.Л.* Фитомасса суши Земли и климат. Красноярск, 1999. 129 с.
10. *Рутковская Н.В.* География Томской области (сезонно-агроклиматические ресурсы). Томск: Изд-во Том. ун-та, 1984. 158 с.
11. *Рутковская Н.В.* Климатическая характеристика сезонов года Томской области. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1979. 117 с.
12. *География Томской области.* Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. 246 с.
13. *Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Базанов В.В. и др.* Состояние природной среды в зоне действия водозабора // *Envirogis-2002*: Тр. междунар. конф. 2002. Т. 2. С. 244–251.

14. Николаева С.А., Савчук Д.А. Комплексный подход и методика реконструкции роста и развития деревьев и лесных сообществ // Вестник ТГУ. Биология. 2009. № 2 (6). С. 111–125.
15. *Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники* / Чистякова А.А., Заугольнова Л.Б., Полтинкина И.В. и др. М.: Прометей, 1989. Ч. 1. 102 с.
16. Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 286 с.
17. Атрохин В.Г. Лесоводство. М.: Лесная промышленность, 1970. 304 с.
18. Некрасова Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 131 с.
19. Лебков В.Ф., Каплина Н.Ф. Структура и динамика сосняков по соотношениям массы хвои и биометрических показателей деревьев // Лесоведение. 1997. № 5. С. 67–76.
20. Фильрозе Е.М. Выявление и оценка этапов роста деревьев и насаждений // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании. Иркутск, 1987. С. 206–208.
21. Бузыкин А.И. Формирование и продуктивность древостоев // Формирование и продуктивность лесных фитоценозов. Красноярск: ИЛиД СО РАН, 1982. С. 5–17.
22. Санников С.Н., Санникова Н.С. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса. М.: Наука, 1985. 152 с.

Поступила в редакцию 11.08.2009

Svetlana A. Nikolaeva, Dmitry A. Savchuk

Institute for Monitoring of Climatological and Ecological Systems (IMCES SB RAS), Tomsk, Russia
E-mail: sanikoll@rambler.ru

PINE TREE AND STAND GROWTH AND DEVELOPMENT IN THE SOUTHERN TOMSK OBLAST

Summary. *The growth in pine trees and the development in pine forests are studied in the Tom-Ob divide and right-bank of the Tom river, West Siberia, Russia. The growth stages of even-aged pine generations are identified by change of the basal area increment behaviour and the pine tree ontogenetic stages and pine forest developmental stages are identified by morphological characters. The pine tree ontogeny and pine forest development are synchronous in the southern Tomsk Oblast. The pine ontogeny are divided into 2 developmental periods and 7 developmental phases, the dynamics of regeneration and aged development of pine forests are divided into 2 developmental periods and 5 developmental phases, and the tree and stand growth dynamics (the basal area increment data) are divided up to 3 growth stages. Some ontogenetic stages in even-aged pine generations coincide with corresponding stages of regeneration and aged development in pine forests. Their time boundaries can be dated by the transition between the tree and stand growth stages except the initial stages when the number of tree rings are a little. If the pine tree and stand development do not delay, the every follow developmental stage become to be longer.*

Key words: *Pinus sylvestris; tree and stand growth stages; tree and stand developmental stages.*

Received August 11, 2009