

10. Аллозимный полиморфизм лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) / А.В. Шурхал, А.В. Подогас, В.Л. Семериков [и др.] // Генетика. – 1989. – Т. 25. – № 10. – С. 1899–1901.
11. Development and characterization of microsatellite loci in western larch (*Larix occidentalis* Nutt.) / C. Chen, C. Liewlaksaneeyanawin, T. Funda [at el.] // Molecular Ecology Resources. – 2009. – Vol. 9. – P. 843–845.
12. A genetic linkage map for *Pinus radiata* based on RFLP, RAPD, and microsatellite markers / M.E. Devey, J.C. Bell, D.N. Smith [at el.] // Theor. Appl. Genet. – 1996. – Vol. 92. – № 6. – P. 673–679.
13. Guries R.P., Ledig F.T. Gene diversity and population structure in pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) // Evolution. – 1982. – Vol. 36. – P. 387–402.
14. Isoda K., Watanabe A. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Larix kaempferi* // Molecular Ecology. – 2006. – Vol. 6. – P. 664–666.
15. Isolation, characterization, and inheritance of microsatellite loci in alpine larch and western larch / D.P. Khassa, C.H. Newton, M.H. Rahman [at el.] // Genome. – 2000. – № 43 (3). – P. 439–448.
16. Contrasting microsatellite variation between subalpine and western larch, two closely related species with different distribution patterns / D.P. Khassa, J.P. Jaramillo-Correa, B. Jaquish [at el.] // Molecular Ecology. – 2006. – Vol. 15. – P. 3907–3918.
17. Mantel N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach // Cancer Research. – 1967. – № 27. – P. 209–220.
18. Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Natur. – 1972. – Vol. 106. – P. 283–291.
19. Peakall R., Smouse P.E. GenA1Ex V6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular Ecology Notes. – 2006. – Vol. 6. – № 1. – P. 288–295.
20. Semerikov V.L., Semerikov L.F., Lascoux M. Intra- and interspecific allozyme variability in Eurasian *Larix* Mill. species // Heredity. – 1999. – Vol. 82. – P. 193–204.
21. Wright S. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating // Evolution. – 1965. – Vol. 19. – P. 355–420.



УДК 630.907.1

Е.М. Рунова, В.А. Савченкова, О.И. Гринько

### ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПЕРИОД СМЫКАНИЯ КРОН

*В статье рассмотрена зависимость, показывающая динамику численности молодняка на вырубках разного возраста, выживаемость молодняков основных лесобразующих древесных пород в зависимости от возраста. Построены модели, позволяющие ее прогнозировать.*

**Ключевые слова:** молодняк лесобразующих древесных пород, сомкнутость кроны, тип рубок.

Е.М. Runova, V.A. Savchenkova, O.I. Grinko

### PECULIARITIES OF THE BASIC FOREST FORMING TREE SPECIES CONDITION IN THE CROWN CLOSURE PERIOD

*The dependence which shows the young growth number dynamics on the cuttings of different age, young growth survival rate of the basic forest forming tree species, depending on age is considered in the article. The models which allow to forecast it are constructed.*

**Key words:** young growth of the forest forming tree species, crown closure, type of cuttings.

---

**Введение.** Наиболее экономичным способом, позволяющим полнее использовать производительные силы природы, предотвратить нежелательную смену древесных пород и ускорить процесс выращивания леса на территории Приангарья, является содействие естественному возобновлению леса путем сохранения в процессе рубки леса подроста и молодняка (тонкомера). Но полностью избежать трудоемкого процесса

создания лесных культур невозможно, в частности, при формировании вейниковых, разнотравно-вейниковых, кипрейно-разнотравных типов вырубок.

**Цель исследований.** Изучение периода смыкания крон хозяйственно ценных древесных пород и закономерностей развития этих процессов; разработка мероприятия, способствующих ускорению процесса восстановления древесных ресурсов.

**Объекты исследований.** Типы леса и типы вырубок на территории Приангарья.

**Предмет исследований.** Разновозрастные вырубки, спелые насаждения до и после рубки леса, естественное возобновление под пологом леса и на вырубках.

Натурные экспериментальные данные на постоянных и временных пробных площадях позволили выявить зависимость степени смыкания крон от количества молодняка и ее взаимосвязь с проективным покрытием живого напочвенного покрова. Замеры проводились на постоянных и временных пробных площадях в молодняках в возрасте 5 лет с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса, в возрасте 7 лет – созданными лесными культурами. Возраст выбран в соответствии с действующими требованиями по проведению лесовосстановительных мероприятий.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На рисунке 1 представлено соотношение количества молодняка и степени сомкнутости крон.

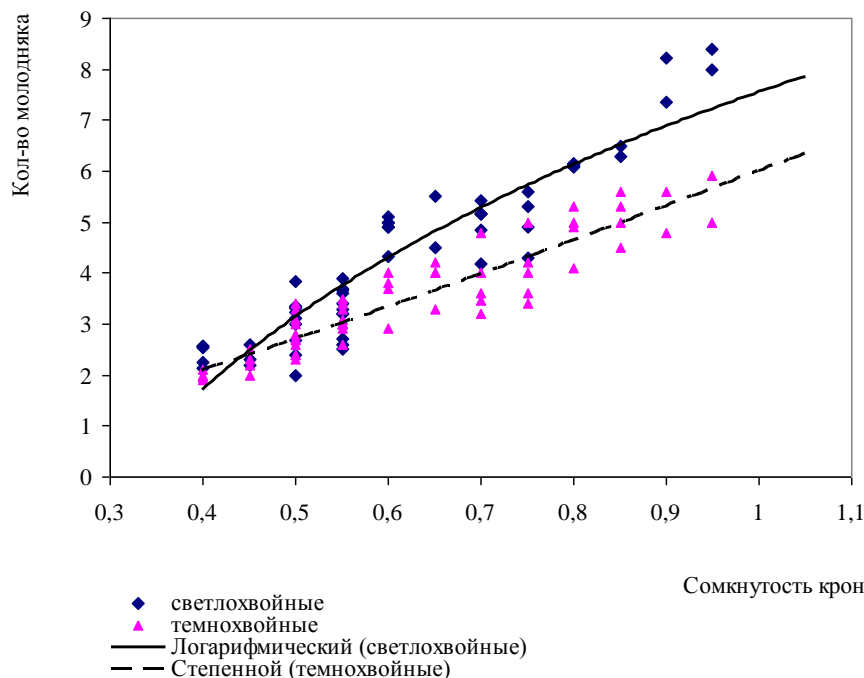


Рис. 1. Прогнозируемые значения сомкнутости крон молодняка и его количества

На рисунке 1 можно видеть, что с увеличением количества молодняка на 1 га увеличивается и сомкнутость крон. На нем представлен прогноз количества молодняка, необходимого для обеспечения сомкнутости крон равной 1,0. По результатам исследований установлена зависимость между количеством молодняка  $N$  и сомкнутостью крон  $\lambda$  ( $r=0,91-0,95$ ), которую можно представить в виде уравнении:

$$\text{- для светлохвойных пород } (R^2=0,8633) \quad N = 6,3713 \cdot \ln(\lambda) + 7,5453, \quad (1)$$

$$\text{- для темнохвойных пород } (R^2=0,855) \quad y = 5,9932 \cdot x^{1,151}. \quad (2)$$

Необходимо отметить, что процесс лесовосстановления разных древесных пород при одинаковой степени сомкнутости крон имеет значительное отличие. В связи с тем, что процесс лесовосстановления включает в себя и восстановление живого напочвенного покрова, наиболее показательным критерием лесовосстановительного процесса на данном этапе автором определена степень проективного покрытия луговой травянистой растительности (рис. 2). Под сомкнувшимся пологом молодняков живой напочвенный покров

почти отсутствует: представители лесной травянистой растительности встречаются единично или их проективное покрытие составляет до 7–10 % от общей площади сомкнувшихся молодняков. Поверхность почвы покрыта плотным слоем хвойной лесной подстилки или луговой травянистой растительностью (проективное покрытие до 80 %).

Особенность живого напочвенного покрова зависит от того, какие древесные породы образуют молодняк. Для темнохвойных молодняков характерно произрастание зеленых мхов при сомкнутости крон не менее 0,6. Светлолюбивая луговая травянистая растительность не выдерживает затенение, образованное плотной кроной пихты и ели. Полог, образованный ветвями светлохвойных молодняков, более разреженный, пропускает больше солнечного света. Нижние ветви отсутствуют. В связи с этим при сомкнутости крон 0,7–0,8 наблюдается присутствие представителей луговой травянистой растительности. Полог, образованный лиственными породами, даже при сомкнутости крон 1,0 ажурный, пропускающий много солнечного света. Проективное покрытие луговой травянистой растительности может достигать 70 %. На рисунке 2 представлена зависимость проективного покрытия луговой травянистой растительности от степени сомкнутости крон молодняков в возрасте 7 лет. На нем можно видеть, что проективное покрытие луговой травянистой растительности под сомкнувшимся пологом лиственных молодняков выше, чем под пологом хвойных. С момента смыкания крон молодняк переходит в состояние густого труднопроходимого молодого леса. В молодняке в возрасте 17–20 лет начинается дифференциация деревьев по размерам кроны и ствола, а также отпад отстающих в развитии. У хвойных семенных хозяйственно ценных древостоев период молодняка завершается к 30–40 годам. В высокополнотных молодняках (полнота 0,9–1,0) создаются условия для развития условий произрастания лесной травянистой и древесно-кустарниковой растительности. У лиственных древостоев период молодняка завершается к 15–20 годам.

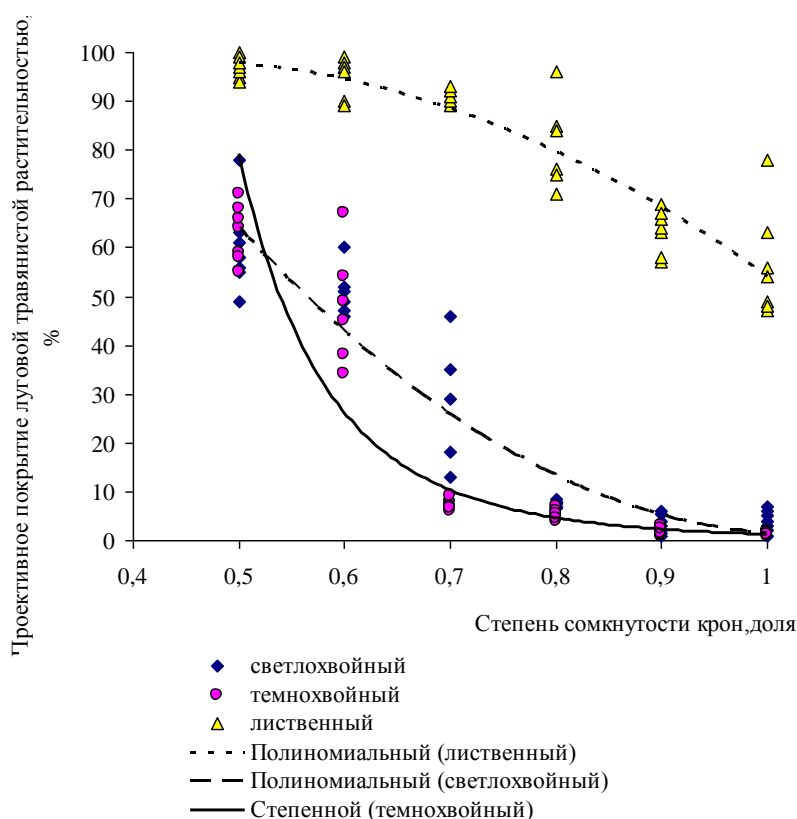


Рис. 2. Зависимость проективного покрытия луговой травянистой растительности от степени сомкнутости крон

Количество древесной растительности никогда не остается постоянным, а колеблется около некоторого среднего значения. На рисунке 3 представлена динамика количества молодняка. В первый год после сплошной рубки леса на вырубках наблюдается удовлетворительное возобновление хозяйственно ценных

древесных пород, состоящее из сохраненного при рубке леса подроста и самосева. Но со второго года выявлены следующие изменения:

- в период со 2-го по 9-й год после сплошной рубки леса наблюдается значительное снижение количества самосева на вейниковой группе типов вырубок (с 4,0–5,0 до 1,0–1,5 тыс. шт/га), затем до 20-летнего возраста вырубки увеличение количества молодняка до 3,0–5,0 тыс. шт/га;

- на разнотравной – в период со 2-го по 7-й год (с 4,0–5,0 до 2,0–3,0 тыс. шт/га), затем до 20-летнего возраста вырубки увеличивается до 4,0–6,0 тыс. шт/га;

- на зеленомошной группе типов вырубок в период со 2-го по 5-й год наблюдается снижение количества самосева с 6,0–8,0 до 5,0 тыс. шт/га, в период до 15-летнего возраста вырубки увеличение до 8,0 тыс. шт/га;

- на лишайниково-толокнянковой снижение количества подроста и самосева не установлено до 15–17-летнего возраста вырубок.

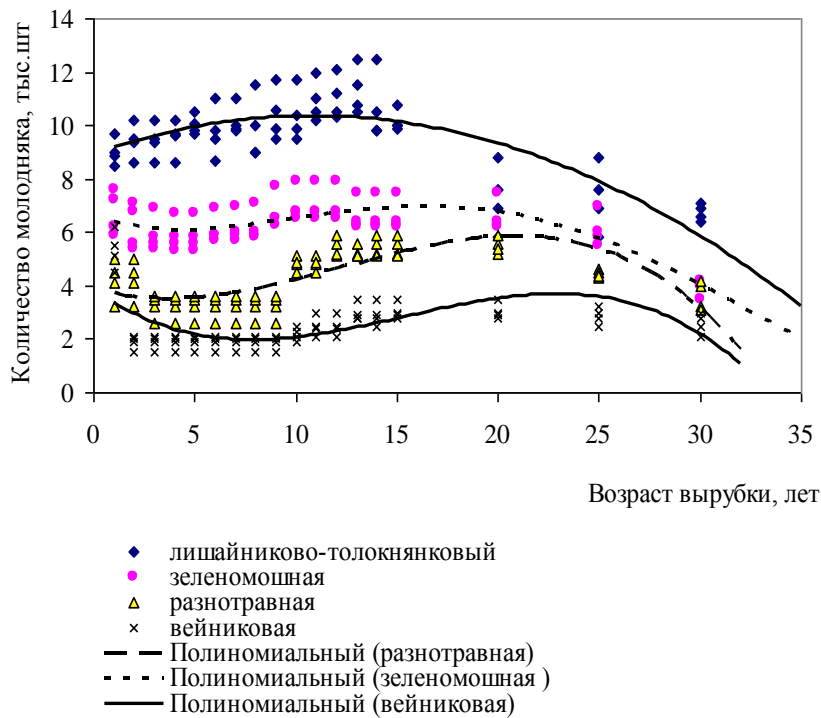


Рис. 3. Динамика количества молодняка

Используя данные проведенных исследований, получены модели следующего вида, позволяющие прогнозировать количество молодняка в зависимости от возраста и типа вырубки:

- для вейниковой группы типов вырубок:

$$N = -0,001 \cdot A^3 + 0,0465 \cdot A^2 - 0,5449 \cdot A + 3,8616, \tag{3}$$

где N – количество подроста и самосева, тыс. шт/га; A – возраст вырубки, лет;

- для разнотравной группы типов вырубок:

$$N = -0,0009 \cdot A^3 + 0,0346 \cdot A^2 - 0,221 \cdot A + 3,9022; \tag{4}$$

- для зеленомошной группы типов вырубок:

$$N = 2E-05 \cdot A^4 - 0,002 \cdot A^3 + 0,0447 \cdot A^2 - 0,2864 \cdot A + 6,6457; \tag{5}$$

- для лишайниково-толокнянковой группы типов вырубок:

$$N = -0,0122 \cdot A^2 + 0,2653 \cdot A + 8,9117 . \quad (6)$$

Оценку качественного состояния молодняков целесообразно проводить не только до перевода их в покрытые лесом земли, но и в любом возрасте с учетом объективно изменяемых показателей. Определяющим фактором, изменяющим условия роста и в конечном итоге влияющим на интенсивность роста и развития насаждений, является не только густота молодняка, но и равномерность размещения растений по площади. Равномерность размещения растений по площади или густоте стояния молодняка в любом возрасте характеризует индекс равномерности размещения ( $i_r$ ), который определяется как частное от деления (расстояния между деревьями по ширине вырубki на расстояние между деревьями по ее длине) ширины междурядий на шаг посадки в ряду. Наиболее благоприятные условия роста молодняка наблюдаются при равномерном размещении деревьев, что соответствует  $i_r=1,0$ . С учетом этого и других показателей для оценки качественного состояния молодняков хозяйственно ценных пород можно использовать следующую формулу [1]:

$$K_k = \frac{h_\phi}{h_э} + \frac{d_\phi}{d_э} + \frac{N_\phi}{N_э} + \frac{i_{р\phi}}{i_{рэ}} + \frac{h_\phi}{N_m \cdot h_m} , \quad (7)$$

где  $K_k$  – критерий качественного состояния молодняка;  $h_\phi$  – средняя высота молодняка хозяйственно ценных пород фактическая, м;  $h_э$  – средняя высота молодняка хозяйственно ценных пород эталонная, м;  $d_\phi$  – средний диаметр молодняка хозяйственно ценных пород фактический, см;  $d_э$  – средний диаметр молодняка хозяйственно ценных пород эталонный, см;  $N_\phi$  – количество молодняка хозяйственно ценных пород фактическое, тыс. шт/га;  $N_э$  – количество молодняка хозяйственно ценных пород эталонное, тыс. шт/га;  $i_{р\phi}$  – индекс равномерности размещения молодняка хозяйственно ценных пород, равный 1,0;  $i_{рэ}$  – индекс равномерности размещения молодняка хозяйственно ценных пород фактический;  $N_m$  – количество молодняка мягколиственных пород фактическое, тыс. шт/га;  $h_m$  – средняя высота молодняка мягколиственных пород фактическая, м.

Каждое из частных в приведенной формуле при оптимальных условиях должно давать единицу, а в совокупности критерий  $K_k$  равняться 5,0. Поскольку высота и диаметр взаимосвязаны и имеют тесную корреляционную связь ( $r=0,89$ ), то при оценке лесных культур можно пользоваться одним из этих показателей

(высотой), принимая другой результат, равным этому показателю. Отношение  $\frac{N_\phi}{N_э}$  характеризует совокупность молодняка как отношение густоты стояния деревьев к эталонному числу стволов на 1 га. Превышение этого отношения, т.е. когда  $\frac{N_\phi}{N_э} > 1,0$ , должно характеризоваться как отрицательное явление, а разница превышения к нормальному состоянию должна вычитаться.

Большое влияние на рост молодняка хозяйственно ценных пород оказывает появляющееся естественное возобновление из мягколиственных пород, поэтому отношение высот молодняка хозяйственно ценных и мягколиственных пород является показателем, который характеризует состояние формирующегося насаждения. Если это отношение будет больше единицы, то все равно отношение принимается за единицу. При показателе меньше единицы на эту величину снижается и критерий качества.

Оценка молодняка производится по следующим величинам параметра критерия качества:  $K_k > 4$  – молодняки отличного качества;  $K_k = 3-4$  – молодняки хорошего качества;  $K_k = 2-3$  – молодняки удовлетворительного качества;  $K_k < 2$  – молодняки неудовлетворительного качества. Проведенные исследования позволили получить определенные результаты (см. табл.). Анализ результатов исследования позволил сделать вывод, что на вырубках в возрасте 5–7 лет (возраст ввода молодняков в категорию ценных лесных насаждений) произрастают молодняки различного качественного состояния: на лишайниково-толокнянковых группах типов вырубok – хорошего качества, на зеленомошной – удовлетворительного, на разнотравной и вейниковой – неудовлетворительного.

Оценки качественного состояния молодняков хозяйственно ценных пород

Группа типов вырубок	Возраст вырубки, лет					
	5-7		10-12		20	
	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (K <sub>к</sub> )	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (K <sub>к</sub> )	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (K <sub>к</sub> )
Лишайниково-толокнянковая	0,7-0,8	3,6	1,0	4,9	1,0	4,9
Зеленомошная	0,6	2,4	0,8	4,1	1,0	4,27
Разнотравная	0,5	1,9	0,6	2,6	0,8	3,2
Вейниковая	0,4	1,8	0,5	2,0	0,7	2,8

На территории исследуемого района после сплошных рубок формируются преимущественно зеленомошные и разнотравные группы типов вырубок (до 90 %). На данных вырубках молодняки достигают хорошего качественного состояния (K<sub>к</sub>=3,2-4,27) в возрасте 12 лет и старше.

Используя данные таблиц хода роста (2), процесс выживаемости молодняков в ранний период можно представить графически в виде кривой на рис. 4 и динамических моделей, позволяющих прогнозировать степень выживаемости хозяйственно ценных древесных пород. Кривые на рис. 4 описывают процесс выживаемости молодняка, когда в основном внешние факторы определяют смертность. Отмирание начинается задолго до процесса старения.

Прогноз выживаемости различных древостоев можно представить в виде следующих моделей:

- сосновых древостоев 
$$\beta_c = 6114,1 \cdot A^{-1,384}, \tag{8}$$

где  $\beta$  – степень выживаемости, %; A – возраст древостоя, лет;

- лиственничных древостоев 
$$\beta_{л} = -27,764 \cdot \ln(A) + 141,13; \tag{9}$$

- еловых древостоев 
$$\beta_e = 2156,8 \cdot A^{-0,9276}; \tag{10}$$

- пихтовых древостоев 
$$\beta_{п} = 1228,7 \cdot A^{-0,8462}. \tag{11}$$

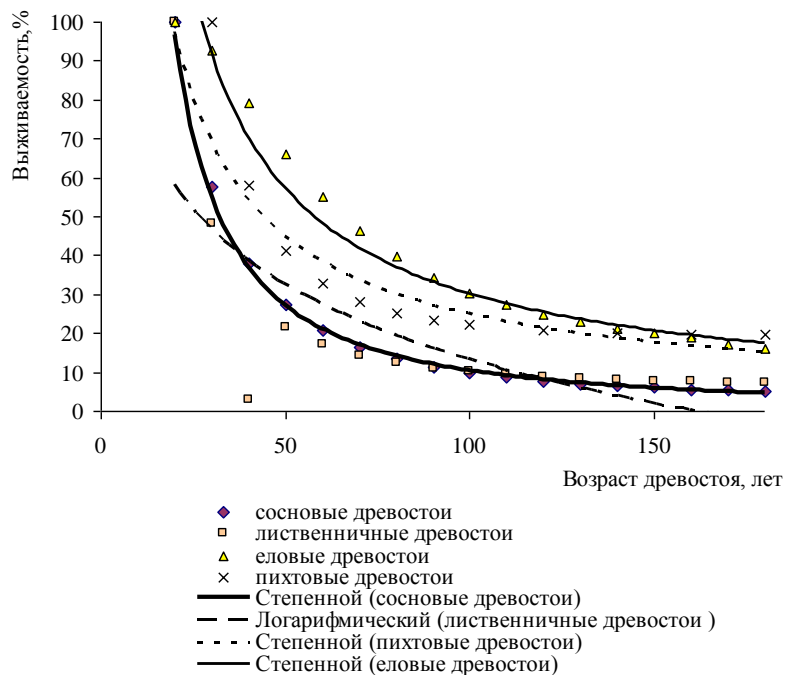


Рис. 4. График кривой выживаемости

### Выводы

1. В момент перевода площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса и созданными лесными культурами в категорию ценных древесных насаждений сомкнутость крон составляет 0,5–0,7, что не обеспечивает создания необходимых условий для формирования деревьев, представляющих хозяйственную ценность.

2. Получены уравнения, которые описывают сомкнутость различных древесных пород в условиях Приангарья по экспериментальным данным.

3. Определена зависимость, показывающая динамику численности молодняка на вырубках разного возраста. В первый год после рубки леса лесовосстановление обеспечивается сохраненным подростом и образовавшимся самосевом. В период с 2 до 10 лет наблюдается значительное снижение количества самосева, в зависимости от типа рубки в 2–4 раза. На вырубках в возрасте 12–15 лет наблюдается увеличение численности молодняка до 8,0 тыс. шт на 1 га и более. На 20-летних вырубках в результате естественного изреживания численность молодняка постепенно снижается до приспевающего возраста.

4. Определена выживаемость молодняков основных лесобразующих древесных пород в зависимости от возраста и построены модели, позволяющие ее прогнозировать.

5. Определен коэффициент качественного состояния молодняка: на вырубках лишайниково-толокнянковой группы в возрасте 5–7 лет (возраст ввода молодняков в категорию ценных лесных насаждений) произрастают молодняки хорошего качественного состояния ( $k_k=3,6$ ), на зеленомошной – удовлетворительного ( $k_k=2,4$ ), на разнотравной и вейниковой – неудовлетворительного ( $k_k=1,9$ ) состояния.

6. Для условий Приангарья перевод в покрытую лесом площадь необходимо проводить в более поздний срок (в возрасте 12–15 лет).

7. Следует повысить норматив создания лесных культур на 1 га до 8,0 тыс. шт. за счет увеличения количества рядов (борозд) с целью повышения качества ствола, уменьшения его сбига, снижения количества сучков, улучшения физико-механических свойств древесины и увеличения прироста по высоте.

### Литература

1. Таблицы и модели роста и продуктивности основных лесобразующих пород: одобрены Федеральным агентством лесного хозяйства и рекомендованы для использования в практической лесохозяйственной деятельности (протокол заседания Совета Федерального агентства лесного хозяйства №2 от 8 июня 2006 года). – М., 2006.

