

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 630*181.7+57.087.1(235.222)+581.24.31:581.54.12

**СОСТОЯНИЕ КЕДРОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ И МЕТОДЫ ЕГО ОЦЕНКИ***

© 2011 г. Д. А. Демидко

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

634055 Томск, просп. Академический, 10/3

E-mail: sawer_beetle@mail.ru

Поступила в редакцию 18.03.2008 г.

Проанализированы различные методики оценки жизненного состояния древостоев, произведена оценка состояния древостоев кедров сибирского южной части Северо-Восточного Алтая и указаны причины, влияющие на ее изменения. Сделан вывод о сходстве результатов оценки, проведенной с использованием разных методик. Показано, что основными факторами, влияющими на состояние, являются возраст древостоя и напряженность конкурентных отношений.

Кедр сибирский, оценка жизненного состояния.

К настоящему времени накоплен значительный опыт оценки жизненного состояния (далее – состояние) древостоев и предложен ряд способов ее проведения [1, 2, 4, 9, 10, 11, 13, 16, 18, 22, 23]. Тем не менее в литературе наблюдается дефицит описаний жизненного состояния древостоев, несмотря на публикацию первичных данных в разных источниках [2, 4, 8, 13, 22]. Ясно, что без привлечения значительного объема подобных данных построение естественных шкал состояния древостоев невозможно. Только рассматривая древостой, произрастающие в различных условиях, можно делать обоснованные выводы о том, какое состояние является нормальным для той или иной породы.

Цель работы – описать состояние древостоев кедров сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) южной части Северо-Восточного Алтая, рассмотреть причины его изменения и сравнить различные методы его оценки.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ

Перечет деревьев. Обследованные постоянные пробные площади расположены на территории Белинского лесничества Алтайского заповедника

и являются частью действующего с 1960-х годов Кыгинского высотного профиля. Последние по времени таксационные описания приведены В.И. Власенко [6]. Кроме того, в “Летописях природы Алтайского заповедника” за 1999 и 2000 гг. содержатся данные полного перечета деревьев по диаметрам. Автором при обследовании девяти пробных площадей в течение 2003–2005 гг. производился сплошной пересчет деревьев, в ходе которого указывалась категория жизненного состояния, наличие повреждений, порода, ярус. При необходимости уточнения таксационных показателей по отдельным элементам леса автором дополнительно определялись возраст, диаметр и высота.

Составление таксационных описаний. Основным объектом исследования являлся древостой элемента леса. При выделении древостоев элемента леса автор исходил из определения И.В. Семечкина [20], согласно которому отдельный древостой элемента леса представляет собой однородную в генетическом (по происхождению и истории развития), морфологическом, экологическом и фитоценологическом отношениях совокупность деревьев одной породы, сформировавшуюся в элементарный древостой в процессе полного использования определенной экологической ниши. К одному древостою относились, как правило, деревья на одинаковой стадии онтогенеза. Древостой на пр. пл. 12 очевидно

* Работа выполнена при поддержке проекта СО РАН 6.3.1.16. “Разнообразие в экосистемах бореальных лесов: динамические и функциональные аспекты”.

Таблица 1. Таксационные показатели насаждений на исследованных пробных площадях Кыгинского высотного профиля

| Пр. пл. | Древостой элемента леса | Состав | Высота, м | Диаметр, см | Возраст, лет | Стадия онтогенеза кедра | Полнота | Сомкнутость | Группа типов леса | Экспозиция склона | Высотно-поясной комплекс | Высота над ур. моря, м |
|---------|-------------------------|-----------|-----------|-------------|--------------|---------------------------------------|----------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|
| 7а | I | 7С2Ос1Б | 30 | 48 | 280 | g ₁ v g ₃ | 0.68 0.31 0.31 | 0.9–1.0 | Разнотравная | Ю | Горно-черневой | 950 |
| | II* | 3ПЗК3С1Б | 20 | 16 | 60 | | | | | | | |
| | III* | 6П4К | 10 | 6 | 30 | | | | | | | |
| 8 | I* | 10К | 27 | 60 | 320 | g ₃ | 0.85 0.29 | 0.8–0.9 | Зеленомошная | З | Горно-таежный | 1210 |
| | II | 10П+Б, Р6 | 13 | 12 | 60 | | | | | | | |
| | I* | 10К | 26 | 80 | 320 | | | | | | | |
| 8а | II | 8П2К | 19 | 30 | 130 | g ₃ | 0.63 0.19 | 0.7–0.8 | То же | С | То же | 1270 |
| | III | 10П+Р6 | 9 | 14 | 50 | | | | | | | |
| | I* | 10К | 28 | 70 | 280 | | | | | | | |
| 9 | II | 5К5П | 21 | 36 | 150 | g ₂ ...g ₃ | 0.49 0.07 | 0.6–0.7 | " | СВ | " | 1500 |
| | III | 9П1Р6 | 10 | 10 | 30 | | | | | | | |
| | I* | 10К+П | 18 | 52 | 60...300 | | | | | | | |
| 12 | I* | 10К | 22 | 52 | 190 | g ₁ ...ss | 0.63 0.44 | 0.2 | Демутационная (последоожарная) смена | СЗ | Подгольцово-субальпийский | 1900 |
| | II* | 10К | 22 | 32 | 150 | | | | | | | |
| | III* | 9К1П | 10 | 10 | 30 | | | | | | | |
| 13а | I* | 10К+Л | 18 | 52 | 280 | ss | 0.58 0.08 | 0.3 | То же | ЮЗ | То же | 1920 |
| | II* | 10К+П | 12 | 32 | 140 | | | | | | | |
| | III* | 10К+П | 10 | 14 | 50 | | | | | | | |
| 14 | I* | 10К | 19 | 52 | 220 | g ₂ | 0.53 0.31 | 0.4 | " | Ю | " | 1935 |
| | II* | 10К | 13 | 44 | 150 | | | | | | | |
| | III* | 8К2П | 10 | 14 | 50 | | | | | | | |
| 15 | I* | 10К+Л | 14 | 24 | 120 | g ₁ | 0.57 0.13 | 0.4 | " | Ю | " | 2000 |
| | II* | 10К | 11 | 16 | 80 | | | | | | | |

* Древостой, для которых приводятся данные по состоянию древостоев кедровых элементов леса.

Примечание: высота, диаметр и возраст указаны для преобладающей породы. Стадии онтогенеза кедр: v – виргинильная; g₁, g₂, g₃ – молодая, средневозрастная и старая генеративная; ss – субсильная.

является сборным, однако разновозрастные деревья на данной территории занимают одинаковую экологическую нишу, и по этой причине целесообразно рассмотреть их совместно.

Древостои элементов леса выделялись глазомерно. Сомкнутость, экспозиция склона и высота над уровнем моря приведены по [6], высотнo-пояснoй комплекс по [20]. Состав, средние высота, диаметр и возраст древостоев частично приведены по [6]. В случае, если требовалось более детальное описание, чем в [6], эти показатели уточнялись автором с использованием общепринятых методов [3]. Отнесение насаждения к группе типов леса производилось по [5, 6]. Полнота древостоев с преобладанием сосны и пихты рассчитывалась по таблицам ЦНИИЛХ [21], с преобладанием кедра – по таблицам И.В. Семечкина [20]. Таксационные характеристики древостоев приведены в табл. 1.

Для исключения деревьев, внесенных в состав того или иного древостоя элемента леса неправомерно, производилась отбраковка резко выделяющихся наблюдений (выбросов), в основу которой было положено понятие о среднем дереве. Процедура отбраковки проходила в три этапа: 1) находился средний диаметр древостоя элемента леса; 2) на основе таблицы рангов среднего дерева для условно-разновозрастных древостоев [20, с. 71] строились доверительные интервалы; 3) для каждого из деревьев проверялось, попадает ли его диаметр в пределы построенных для данного древостоя интервалов. Деревья, диаметр которых оказывался за пределами доверительных интервалов, из дальнейшей обработки исключались. Этапы 1–3 повторялись до тех пор, пока на очередном шаге не удавалось исключить ни одного дерева.

Оценка жизненного состояния. Каждое учтенное дерево на основании густоты кроны относилось к одной из шести категорий состояния: I (80...100%), II (79...60%), III (59...20%), IV (менее 20%), V (сухостой текущего года), VI (сухостой прошлых лет). Разделение сухостоя на две группы обусловлено использованием аналогичной классификации в некоторых работах [13, 16], что могло иметь значение при нахождении величины показателя состояния древостоев. Кроме густоты кроны, учитывалось наличие и степень механических повреждений, поселений ксилофагов, суховершинность, состояние побегов [1, 7].

При расчете доли деревьев разного жизненного состояния в древостое во внимание принимались следующие соображения. Во-первых, наиболее простой метод (по числу стволов) недостаточно

надежен [1, 14]. Во-вторых, наиболее надежный метод по объему стволов является и наиболее трудоемким [14]. В качестве компромисса предлагается использование связанных с объемами стволов площадей их сечений [14], но из представленных в [21] материалов видна нелинейность этой связи. Однако при использовании вместо площадей сечений их квадратов связь с объемами стволов принимает линейный характер. Поэтому при определении участия в древостое деревьев с разным состоянием нами использовалась сумма квадратов площадей сечений (Σg^2) на высоте 1.3 м:

$$\Sigma g^2 = \sum_{i=1}^n (\pi r^2)^2, \quad (1)$$

где n – количество деревьев в данной категории состояния, r – радиус i -го дерева на высоте 1.3 м.

Состояние древостоев оценивалось по интегральным показателям В.А. Алексеева [1, 2], Б.И. Ковалёва [13], Н.В. Торлоповой и С.И. Ильчукова [22], а также по средневзвешенной категории состояния [16]. Перечисленные показатели, обозначаемые в дальнейшем как I , рассчитывались по формуле (2), кроме интегрального показателя Б.И. Ковалёва, вычисляемого по формуле (3). Коэффициенты x_i для использованных методов приведены в табл. 2, распределения деревьев кедра по категориям состояния в исследованных на девяти пробных площадях древостоях – в табл. 3. Также проводилась оценка состояния по доле здоровых деревьев в древостое [9]. Оценивалось состояние тех древостоев кедра, в которых на пробной площади было учтено не менее тридцати деревьев.

$$I = W^{-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i w_i \right), \quad (2)$$

$$I = w_I \left(\sum_{i=1}^6 x_i w_i \right)^{-1}, \quad (3)$$

где w_i – Σg^2 деревьев i -й категории состояния; W – общая Σg^2 стволов; x_i – коэффициент, на который умножается w_i , значение которого зависит от категории состояния дерева и применяемой методики; n – число выделяемых категорий состояния.

Разнообразие методик оценки состояния древостоев представляет собой определенную сложность в выборе оптимальной. Значительная часть методов оценки состояния древостоев заключается в вычислении интегрального показателя на основании представленности в древостое деревьев различных категорий [1, 2, 4, 16, 18, 22, 23]. Вторая группа методов базируется на основе оценки

Таблица 2. Число категорий состояния и коэффициенты для расчетов состояния древостоев по различным методикам

| Пр. пл. | Методика | n | Коэффициент | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-----|-------------|----------|-----------|----------|-------|----------|
| | | | x_I | x_{II} | x_{III} | x_{IV} | x_V | x_{VI} |
| 1 | По [1] | 5 | 100 | 70 | 40 | 5 | 0 | – |
| 2 | По [2] | 5 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.05 | 0 | – |
| 3 | По [13] | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4 | По [22] | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | – |
| 5 | По [16] | 5 | 1.0 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0 | – |
| 6 | Средневзвешенная категория состояния | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Примечание: n – число категорий состояния, $x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}$ – коэффициенты для здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно; сухостойным деревьям соответствует коэффициент x_V , кроме методик 3 и 6, в которых отдельно рассматривается свежий (x_V) и старый (x_{VI}) сухостой.

Таблица 3. Распределение деревьев кедра по категориям состояния в исследованных древостоях элементов леса

| Древостой | Доля деревьев по категориям состояния, % от общей суммы квадратов площадей сечений | | | | | |
|-------------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| 7а II | 65.4 | 5.6 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 7а III | 42.2 | 32.8 | 23.4 | 1.2 | 0.0 | 0.5 |
| 7а, для всей пробной площади | 60.5 | 11.3 | 25.4 | 0.2 | 0.0 | 2.4 |
| 8 I | 40.8 | 33.7 | 17.7 | 2.7 | 0.0 | 5.1 |
| 8а I | 53.6 | 27.9 | 16.7 | 1.8 | 0.0 | 0.0 |
| 9 I | 35.7 | 41.5 | 20.2 | 2.4 | 0.0 | 0.3 |
| 12 I | 36.2 | 29.2 | 27.6 | 7.1 | 0.0 | 0.0 |
| 13 I | 46.9 | 31.9 | 12.2 | 2.3 | 0.0 | 6.7 |
| 13 II | 44.9 | 27.8 | 20.9 | 4.4 | 0.0 | 2.0 |
| 13 III | 18.1 | 15.8 | 27.2 | 18.7 | 10.7 | 9.5 |
| 13, для всей пробной площади | 46.4 | 30.9 | 14.3 | 2.8 | 0.0 | 5.6 |
| 13а I | 6.9 | 56.1 | 20.3 | 6.5 | 0.0 | 10.3 |
| 13а II | 90.5 | 7.8 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13а III | 90.1 | 8.0 | 1.5 | 0.0 | 0.3 | 0.0 |
| 13а, для всей пробной площади | 8.1 | 55.4 | 20.0 | 6.4 | 0.0 | 10.1 |
| 14 I | 34.6 | 39.2 | 17.9 | 1.5 | 0.0 | 6.8 |
| 14 II | 27.8 | 38.6 | 15.0 | 14.8 | 0.0 | 3.8 |
| 14 III | 36.2 | 32.0 | 11.7 | 11.8 | 0.0 | 8.4 |
| 14, для всей пробной площади | 34.0 | 39.2 | 17.6 | 2.7 | 0.0 | 6.6 |
| 15 I | 85.7 | 5.4 | 2.1 | 5.3 | 0.0 | 1.6 |
| 15 II | 43.3 | 21.3 | 29.2 | 4.0 | 0.0 | 2.3 |
| 15, для всей пробной площади | 84.3 | 6.5 | 2.7 | 5.0 | | 1.5 |

Примечание. В табл. 3, 4 в графе “древостой” арабские цифры обозначают номер пробной площади, римские цифры – ярус (поколение).

доли, занимаемой в древостое деревьями той или иной категории состояния. Этот подход в том или ином виде предлагался как отечественными [9, 10, 17], так и зарубежными [24] авторами.

Корреляции между сравниваемыми способами оценки состояния древостоев находились с использованием коэффициентов Спирмена и Кендалла [12], вычисленных с использованием пакета Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение методов оценки состояния. Полученные с использованием соответствующих методик коэффициенты, отражающие интегральную характеристику их состояния, сведены в табл. 4. Состояние большинства (от 12 до 15 в зависимости от методики) исследованных древостоев по использованным методикам [1, 2, 13, 16, 22] оценивается как ослабленное в различной степени. Такое положение сложилось несмотря на то, что в обозримом прошлом и в настоящее время пробным площадям Кыгинского профиля не наносилось масштабных повреждений. Ослабление древостоев в данном случае не является результа-

том катастрофических процессов. Естественное ухудшение состояния необходимо учитывать, например, при расчете ущерба от аэротехногенных загрязнений.

Корреляционный анализ показал, что все рассмотренные методы показывают хорошее согласие друг с другом. Значения коэффициентов корреляции и графики, иллюстрирующие это утверждение, приведены на рисунке. Видно, что корреляция между всеми рассмотренными показателями весьма велика. Значения коэффициента корреляции Спирмена колеблются от 0.995 до 0.902 (по модулю). Имеющий тенденцию к принятию меньших абсолютных значений коэффициент Кендалла [12] изменяется по модулю от 0.971 до 0.779. Уровень значимости коэффициентов корреляции во всех случаях не превышает 0.00001%.

Хорошо согласуется с ранее предложенными методами и такой показатель, как доля здоровых деревьев. Модуль значения коэффициента корреляции Спирмена изменяется в пределах от 0.902 до 0.985, Кендалла – от 0.779 до 0.941, уровень значимости не превышает 0.00001%. Это свиде-

Таблица 4. Значения показателей состояния древостоев, вычисленные с использованием различных методик

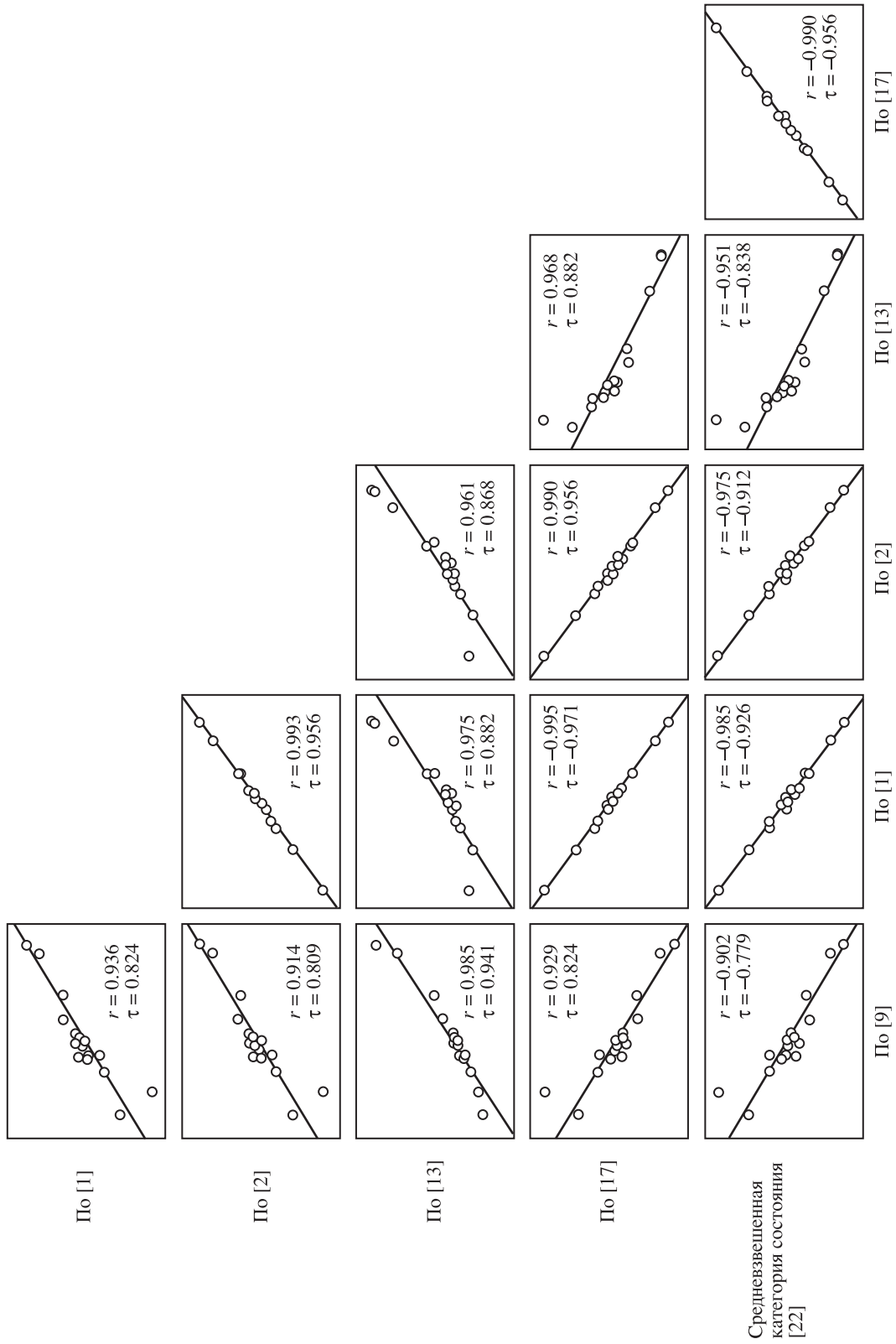
| Древостой | Методика оценки | | | | | средневзвешенная категория состояния [22] |
|-----------|-----------------|--------|--------|---------|---------|---|
| | по [9] | по [1] | по [2] | по [13] | по [17] | |
| 07а II | 65.4 | 80* | 0.77** | 0.38** | 0.7** | 1.7** |
| 07а III | 42.2 | 75** | 0.72** | 0.23** | 0.8** | 1.9** |
| 08 I | 40.8 | 72** | 0.70** | 0.20** | 1.0** | 2.0** |
| 08а I | 53.6 | 80* | 0.78** | 0.32** | 0.7** | 1.7** |
| 09 I | 35.7 | 73** | 0.71** | 0.19** | 0.9** | 1.9** |
| 12 I | 36.2 | 68** | 0.65** | 0.18** | 1.1** | 2.1** |
| 13 I | 46.9 | 74** | 0.73** | 0.24** | 0.9** | 2.0** |
| 13 II | 44.9 | 73** | 0.71** | 0.23** | 0.9** | 1.9** |
| 13 III | 18.1 | 41** | 0.38** | 0.06*** | 2.1** | 3.2** |
| 13а I | 6.9 | 55** | 0.53** | 0.03*** | 1.6** | 2.7** |
| 13а II | 90.5 | 97* | 0.96* | 0.81* | 0.1* | 1.1* |
| 13а III | 90.1 | 96* | 0.96* | 0.80* | 0.1* | 1.1* |
| 14 I | 34.6 | 69** | 0.67** | 0.16** | 1.1** | 2.1** |
| 14 II | 27.8 | 62** | 0.60** | 0.12*** | 1.3** | 2.3** |
| 14 III | 36.2 | 64** | 0.63** | 0.16** | 1.2** | 2.3** |
| 15 I | 85.7 | 91* | 0.90* | 0.64** | 0.3** | 1.3* |
| 15 II | 43.3 | 70** | 0.67** | 0.21** | 1.0* | 2.0** |

* Здоровый древостой.

** Ослабленный древостой.

*** Распадающийся древостой.

Примечание. Метод, предложенный в [9], не предполагал выделения градаций жизненного состояния древостоев.



Корреляция между рассчитанными различными способами значениями характеристик состояния древостоя (r – коэффициент корреляции Спирмена, τ – то же, Кендалла).

тельствует о возможности его использования для оценки состояния древостоев.

Говоря о доле здоровых деревьев как критерии состояния, необходимо упомянуть об ограничениях, которые наложены на его применение. Очевидно, что в ситуации, когда значительное число древостоев будет иметь в составе малую долю деревьев I категории состояния, такой критерий окажется неприменим. В подобных случаях потребуется оценивать состояние древостоев по доле других категорий. Этот вопрос нуждается в дальнейшей проработке, с привлечением данных, собранных в значительно ослабленных или отмирающих древостоях. Однако для данного случая применение доли здоровых деревьев в качестве показателя состояния древостоя вполне приемлемо.

Состояние древостоев кедра. Условия, в которых находятся исследованные кедровые древостои, весьма разнообразны. Это обусловлено различием между пробными площадями, историей развития древостоев и экологической нишей, занимаемой ими в настоящее время. Как следствие, в разных древостоях отличается и распределение деревьев по категориям состояния.

Конкуренция – основной негативный фактор, влияющий на младшие поколения кедра в разновозрастных древостоях [19]. Действительно, жизненное состояние древостоев, в которые входят особи в виргинильной стадии, связано со степенью угнетения. Вне зависимости от методики оценки в наихудшем состоянии находится древостой III яруса на пр. пл. 13 (табл. 4). Старшие древостои на этой пробной площади имеют относительно высокую для субальпийского высотного пояса полноту (табл. 1), что обуславливает значительную конкурентную нагрузку на меньшие по размерам деревья. Близким жизненным состоянием характеризуются древостои III яруса на пр. пл. 7а и 14, а также II яруса на пр. пл. 15. По сравнению с пр. пл. 13, в этих древостоях больше деревьев I–II и меньше IV–VI категорий состояния (табл. 3). Верхние ярусы на рассматриваемых площадях имеют меньшую полноту, чем на пр. пл. 13. Исключение составляет ярус I на пр. пл. 7, но в данном случае увеличение полноты компенсируется улучшением светового режима по сравнению с темнохвойными древостоями благодаря преобладанию в нем сосны (табл. 1). В наилучшем положении древостои на прегенеративных стадиях находятся в момент распада старшего поколения. Это можно проиллюстрировать на примере пр. пл. 13а, где свыше 90% деревьев III яруса относятся к I категории состояния. I ярус,

несмотря на относительно высокую полноту, уже не создает значительной конкуренции следующим поколениям. Сомкнутость крон низкая из-за преобладания в нем деревьев II и III категорий состояния (табл. 3) с изреженной кроной.

По мере вставания в главный полог значимость конкуренции как фактора ослабления деревьев кедра снижается. Однако исследованные древостои, состоящие из молодых генеративных деревьев, по-прежнему испытывают угнетение более крупными особями. В наилучшем положении находятся те из них, которые произрастают под пологом разрушающегося предыдущего поколения кедра (пр. пл. 13а, ярус II) или сами составляют верхний полог (пр. пл. 15, ярус I). Использование большинства методов оценки жизненного состояния древостоев позволяет отнести их к здоровым (табл. 4). В относительно хорошем состоянии находятся также древостои, догнавшие по высоте предыдущее поколение (пр. пл. 13, ярус II) или произрастающие под пологом светлохвойных и лиственных пород (пр. пл. 7а, ярус II). Жизненное состояние древостоя II яруса на пр. пл. 14, угнетаемого более крупными деревьями, при оценке по любой из использованных методик хуже, чем у любого из перечисленных выше (табл. 4). Значимость конкуренции для древостоев кедра близкого возраста в разновозрастных насаждениях подтверждают и данные [19].

Резкое осветление, однако, может отрицательно сказаться на жизненном состоянии кедра отрицательно. На пр. пл. 7а основная часть деревьев кедра II яруса имеет I категорию состояния, однако отмечается дополнительный максимум в III категории (табл. 3). Его наличие связано с массовой гибелью сосны в 2002 г. Поскольку эта порода преобладала в I ярусе, то ее выпадение вызвало резкое осветление деревьев подчиненного полога. Это, в свою очередь, приводило в ряде случаев к суховершинности кедра. Согласно же принятой методике [1, 7], суховершинные деревья относились к III категории состояния.

Жизненное состояние древостоев, состоящих из деревьев на стадиях от средневозрастной генеративной и старше, в первую очередь обусловлено глубиной возрастных изменений. Если древостой состоит из генеративных деревьев, то наиболее типично преобладание I и II категорий состояния, суммарно составляющих 70...80% от Σg^2 (табл. 3). Тем не менее, даже лучшие из них практически всегда оцениваются как ослабленные (табл. 4). При переходе от генеративного периода к сенильному жизненное состояние древостоев

ухудшается, что видно на примере I яруса пр. пл. 13а (табл. 3, 4).

На пробных площадях, для которых имеются данные больше чем по одному древостою (7а, 13, 13а, 14, 15), основной вклад при расчете обобщенного для всей пробной площади показателя жизненного состояния вносится наиболее крупными деревьями. Данные табл. 3 показывают, что распределение по категориям состояния для всех деревьев кедр на этих площадях практически совпадают с распределением I яруса. Это свидетельствует о необходимости проводить раздельный учет по категориям состояния для каждого древостоя элемента леса. В противном случае различия в жизненном состоянии элементов леса, различающихся по возрасту и (или) размеру, не будут учтены, что может привести к принятию ошибочных решений.

Выводы. 1. Большинство древостоев кедр на юге Северо-Восточного Алтая, согласно наиболее распространенным методикам оценки их состояния, ослаблены в различной степени.

2. При определении величины ущерба, нанесенного древостою кедр стихийными бедствиями или антропогенным воздействием, необходимо учитывать, что в большинстве случаев значительная часть деревьев ослаблена воздействием конкуренции или из-за возрастных изменений.

3. Состояние древостоя на прегенеративных стадиях и в начале генеративного периода тем лучше, чем слабее конкуренция. В дальнейшем основное значение в изменении жизненного состояния играют процессы, связанные со старением. В некоторых случаях, однако, отмечается нарушение этой закономерности.

4. Оценки состояния древостоев, данные по описанным в различных литературных источниках методикам, значительно коррелируют между собой. В качестве критерия оценки состояния ненарушенных и незначительно нарушенных древостоев пригодна доля деревьев I категории состояния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
2. *Алексеев В.А.* Определение жизненного состояния древостоев // Тр. СПбНИИЛХ. Вып. 2(12). СПб., 2004. С. 24–33.
3. *Атрохин В.Г.* Основы лесоводства и лесной таксации. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 336 с.
4. *Бибия С.М.* Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев // Лесоведение. 2000. № 4. С. 35–43.
5. *Власенко В.И.* Результаты геоботанического мониторинга в Алтайском заповеднике // Ботанические исследования в Сибири. Красноярск, 2001. Вып. 9. С. 52–82.
6. *Власенко В.И.* Структура и динамика лесной растительности заповедных территорий Алтае-Саянской горной страны. М.: МСОП, 2003. 484 с.
7. *Демидко Д.А.* Шкала оценки состояния деревьев кедр сибирского в ненарушенных древостоях Горного Алтая // Проблемы кедр. Томск: ИОА СО РАН, 2003. Вып. 7. С. 56–61.
8. *Демидко Д.А.* Виталитетная структура ненарушенных древостоев кедр сибирского в субальпийском подпорье и на верхней границе леса в Горном Алтае // Экология. 2006. № 6. С. 359–362.
9. *Демидко Д.А.* Виталитетная структура древостоев в малонарушенных темнохвойных лесах прителецкого Алтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, 2007. 22 с.
10. *Злобин Ю.А.* Оценка качества ценопопуляций подрастающих пород // Лесоведение. 1976. № 6. С. 72–79.
11. *Карпенко А.Д.* Динамика поражения хвои ели сибирской в районе хронического загрязнения двуокисью серы // Экология и защита леса. Л.: ЛТА, 1981. С. 39–42.
12. *Кендэл Дж.* Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 212 с.
13. *Ковалёв Б.И.* Состояние, факторы, его определяющие и организация мониторинга хвойных лесов Центральной Сибири и Вятско-Камского региона. Брянск, 2000. 228 с.
14. *Лепехин А.А.* Методы определения доли участия группы деревьев при ведении лесопатологического мониторинга // Лесное хоз-во. 2007. № 5. С. 39–40.
15. Леса Горного Алтая. М.: Наука, 1965. 224 с.
16. *Мозолевская Е.Г.* Методы интегральной оценки состояния деревьев и насаждений // Методы мониторинга вредителей и болезней леса. М.: ВНИИЛМ, 2004. Т. III. С. 105–108.
17. *Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С.* Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
18. *Пастернак П.С., Ворон В.П., Мазена В.Г., Приступна Г.К.* Изменение некоторых структурных особенностей лесного биогеоценоза в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды // Экология. 1990. № 3. С. 7–13.

19. Поляков В.И., Семечкин И.В. Динамика и устойчивость разновозрастных черневых кедровников Западного Саяна // Лесоведение. 2004. № 2. С. 12–19.
20. Семечкин И.В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 253 с.
21. Справочное пособие по таксации лесов Сибири. Красноярск, 1974. Т. I. 155 с.
22. Торлопова Н.В., Ильчуков С.В. Жизненное состояние коренных сосняков Печоро-Илычского биосферного заповедника // Лесоведение. 2003. № 3. С. 34–40.
23. Ярмишко В.Т., Горшков В.В., Ставрова Н.И. Виталитетная структура *Pinus sylvestris* L. в лесных сообществах с разной степенью и типом антропогенной нарушенности (Кольский полуостров) // Растительные ресурсы. 2003. Вып. 4. С. 1–19.
24. Ewald J. Ecological background of crown condition, growth and nutritional status of *Picea abies* (L.) Karst. in the Bavarian Alps // Eur. J. Forest Res. 2005. № 1. P. 9–18.

The State of Siberian Pine Forests in Northeastern Altai and Methods for Its Assessment

D. A. Demidko

Different methods for the assessment of the Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) state are compared, and reasons for its changes are analyzed. The studies were carried out in seventeen stands of the southern part of the Teletskoe Lake (Northeastern Altai) valley. The data on the stand state obtained by different methods correlate (Spearman correlation coefficient is 0.951–0.995; Kendall coefficient 0.838–0.971). The significance level of the correlation coefficients does not exceed 0.00001. The share of trees of the first category is shown to be selected as a criterion for the assessment of the state of undisturbed or partly disturbed stands. Restrictions for the use of this methodology and ways for its improvement are discussed. According to the most widespread methods for the assessment of the forest state, the majority of the Siberian pine stands in the southern part of Northeastern Altai region is weakened to different extent. The state of these stands in this region is mainly determined by age changes and competition intensity. The lower the age of tree stand and competition, the better its state. In some cases, this regularity is disturbed.