

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ СОСНЯКОВ

Залесов С.В., Данчева А.В.

*Уральский государственный лесотехнический университет,
г. Екатеринбург, Россия*

*Казахский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации,
г. Щучинск, Казахстан*

Аннотация

В работе представлены данные исследований состояния сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения Баянаульского ГНПП на основе, впервые примененного для рассматриваемых сосняков, комплексного оценочного показателя (КОП). Изучено изменение КОП в зависимости от полноты древостоев, категорий крупности и жизненного состояния деревьев. Найдена тесная связь КОП с категориями крупности и жизненного состояния деревьев, которая аппроксимируется линейной функцией и функцией полинома 2 степени. Уточнены оптимальные значения комплексного оценочного показателя (КОП) для сосняков II-IV классов возраста Баянаульского ГНПП.

Ключевые слова: сосновые древостои, категории крупности, комплексный оценочный показатель, полнота древостоев, рекреационное лесопользование.

Введение

В настоящее время деградация лесных экосистем под влиянием различного рода антропогенных факторов является актуальной проблемой, которая особенно обостряется на урбанизированных территориях, где природная среда испытывает комплексное повышенное воздействие. В результате значительной и всевозрастающей антропогенной нагрузки леса утрачивают способность выполнять экологические функции [1].

Экологическая

продуктивность леса определяется эффективностью выполнения лесом средообразующей, ландшафтно- и биосферно-стабилизирующей, кислородно-продуцирующей, водоохранно-водорегулирующей функций и возможностью нейтрализовать техногенные, рекреационные и другие нагрузки [2]. Основными экологообразующими характеристиками древостоев являются породный состав и густота произрастания [3, 4, 5].

В условиях нарастающих темпов лесозаготовки сосновых насаждений Казахстана, сохранение и повышение устойчивости сосновых лесов становится важнейшей задачей, которая предполагает успешное лесовосстановление, формирование

ландшафтов, охрану лесов от пожаров, защиту от вредителей и болезней, принятие мер по снижению загрязнения окружающей среды, а также снижению последствий от экстремальных воздействий климатических факторов.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились в сосновых древостоях Баянаульского государственного национального природного парка (ГНПП). Заложено 5 пробных площадей (ПП) в Баянаульском лесничестве: ПП-4Б в типе леса C_2 (квартал 10, выдел 65), ПП-5Б в типе леса C_3 в естественных сосняках (квартал 3, выдел 57). ПП-1Б в типе леса C_3 (квартал 54, выдел 3), ПП-2Б в типе леса C_3 (квартал 16, выдел 35), ПП-3Б в типе леса C_2 (квартал 16 выдел 26) – в искусственных сосняках. Все ПП заложены в зоне туристической и рекреационной деятельности.

За основу методологии исследований взят метод пробных площадей (ПП), закладка которых проводилась в соответствии с общепринятыми методическими

рекомендациями [6]. Для определения лесотаксационных параметров исследуемых сосновых древостоев применялся метод сплошных перечетов на пробных площадях, традиционный для исследовательских работ на ПП [7].

Оценка жизненного состояния деревьев проводилась по методике В.А. Алексеева [8]. При показателе 100-80% жизненное состояние древостоя оценивалось как «здоровое», при 79-50% древостой считался поврежденным (ослабленным), при 49-20% – сильно поврежденным (сильно ослабленным), при 19% и ниже – полностью разрушенным.

Комплексный оценочный показатель (КОП) или коэффициент напряженности роста [9] рассчитывался по формуле:

$$\text{КОП} = \frac{H \times 100}{G_{1,3}},$$

где: КОП – комплексный оценочный показатель (коэффициент напряженности роста), $\text{см}/\text{см}^2$; H – средняя высота древостоя, м; $G_{1,3}$ – площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см^2 ;

Для исследуемых сосновых насаждений были использованы следующие оптимальные значения КОП: в древостоях до 20 лет – 15-25; 20-30 лет – 10-18; 40-70 лет – 5-8 и свыше 100 лет – 2-3 $\text{см}/\text{см}^2$ [10].

Основные результаты и их обсуждение

По данным таблицы 1 объекты исследований представлены чистыми по составу одновозрастными сосняками. На момент закладки опытов возраст естественных древостоев составил 69 лет (IV класс возраста). Класс бонитета – V.

Искусственные сосняки на ПП-2Б и 3Б относятся к II классу возраста, на ПП-1Б древостои

характеризуются IV классом возраста.

Исследуемые насаждения естественного и искусственного происхождения относятся к высокополнотным со средним значение полноты 1,2. ПП-1Б заложена в среднеполнотных древостоях, значение полноты – 0,6.

Таблица 1 □ Таксационная характеристика сосновых древостоев в Баянаульском ГНПП

№ ПП	Состав	Тип леса	Возраст	Средние		Густота, шт/га	Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Класс Крафта	Площадь роста, м ²
				высота, м	диаметр, см		абсолютная, м ² /га	относительная				
Естественные насаждения												
4Б	10С	С ₂	69	8,9	12,4	2525	30,6	1,1	156,8	V	II,6	4,0
5Б	10С	С ₃	69	10,3	14,9	2128	37,1	1,2	207,0	V	II,8	4,7
Искусственные насаждения												
1Б	10С	С ₃	65	11,1	19,3	583	17,1	0,6	97,5	IV	II,4	17,2
2Б	10С	С ₃	40	10,6	14,8	2080	35,7	1,2	206,9	III	II,7	4,8
3Б	10С	С ₂	33	9,0	12,2	2778	32,5	1,1	162,3	III	II,6	3,6

Одним из важнейших показателей, характеризующих состояние древостоев, является комплексный оценочный показатель (КОП) или коэффициент напряженности роста [10], который выражает отношение высоты дерева к площади его поперечного сечения. Помимо характеристики состояния древостоев, КОП является важным критерием оценки достаточности их изреживания [9].

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что по

рассчитанному среднему значению показателя жизненного состояния (ОЖС) древостоев на всех ПП характеризуются как «ослабленные». При этом, значение комплексного оценочного показателя или коэффициента напряженности роста (КОП) исследуемых древостоев на большинстве ПП, варьирует в пределах от 7,2 до 7,9 см/см². По разработанным значениям КОП для древостоев, произрастающих в РФ, указанные показатели являются верхней границей оптимальных,

для данной возрастной категории сосновых древостоев, то есть исследуемые высокополнотные сосняки Баянаульского ГНПП

можно характеризовать, как «здоровые».

Таблица 2 – Среднестатистические значения показателя жизненного состояния (ОЖС) и комплексного оценочного показателя (КОП) сосняков Баянаульского ГНПП

№ ПП	Показатели	
	ОЖС, %	КОП, см/см ²
Естественные древостои		
4Б	65,5±1,4	7,9±0,2
5Б	63,1±2,1	7,2±0,3
Искусственные древостои		
1Б	75,6±1,7	5,0±0,3
2Б	62,6±2,4	7,5±0,3
3Б	68,2±2,0	8,6±0,3

Значение КОП соснового древостоя на ПП-3Б равно 8,6 см/см². Поскольку возраст древостоя на ПП-3Б составляет 33 года и он не входит в возрастные категории, для которых установлены оптимальные значения КОП, нами данная ПП рассмотрена совместно с другими ПП, где возраст древостоев 40-70 лет.

Вывод о том, что рассматриваемые древостои на ПП-2Б, 4Б и 5Б характеризуются оптимальным значением коэффициента напряженности роста, вызывают сомнения, которые объясняются несколькими фактами. Во-первых, КОП зависит, как известно, от высоты и площади сечения дерева. Во-вторых, оптимальные значения КОП, которые использовались в нашем случае, были рассчитаны российскими учеными для насаждений, произрастающих на территории РФ. Естественно, что

таксационные характеристики исследуемых сосновых лесов Баянаульского ГНПП сильно разнятся с таковыми российских сосняков. Тем более, что сосновые древостои Казахского мелкосопочника, какими и являются сосняки Баянаульского ГНПП, отличаются своей низкорослостью. Необходимо учитывать тот факт, что при одной и той же площади сечения дерева, но, с разными значениями высоты, КОП будет так же разным., Чем меньше значение высоты, тем, соответственно, меньше значение КОП. Данное обстоятельство объясняет пониженные значения КОП в исследуемых сосновых древостоях Баянаульского ГНПП и отнесенные к категории «здоровых».

В-третьих, А.И. Густовой, Д.К. Терехиной[9] установлено, что при густоте посадки 1,5м х 0,7 м отмечается наиболее высокое значение КОП, при котором

древостои характеризуются пониженной биологической устойчивостью, в разреженных древостоях – наоборот, КОП наиболее низкий.

По данным исследований ряда авторов [12, 13] наилучший рост перспективных деревьев достигается оставлением в 20-летнем возрасте общей густоты 1,5 тыс. деревьев на 1 га, в возрасте 30 лет – 1,1 тыс. деревьев на 1 га.

По результатам наших исследований сосняки на ПП-2Б, 3Б, 4Б и 5Б являются высокополнотными и загущенными (табл. 1), следовательно, теоретически они не могут характеризоваться оптимальными значениями КОП. В подтверждение этого факта, следует обратить внимание на значение КОП в среднеполнотных сосновых древостоях на ПП-1Б, которое составляет 5,0 см/см², что является нижним пределом оптимальных значений рассматриваемого показателя.

Для более точного определения оптимальных значений КОП сосновых древостоев Баянаульского ГНПП

было проведено распределение его значения у деревьев по категориям крупности (в табл. 3).

Материалы табл.3 свидетельствуют, что наименьшим значением КОП характеризуются деревья, относящиеся к категории крупности «крупные». КОП данной категории колеблется в пределах от 2,3 до 4,0 см/см². Полученные значения КОП намного меньше оптимальных его значений, используемых в наших исследованиях.

Следует отметить, что оптимальные значения КОП для древостоев, произрастающих на территории РФ, были определены по значениям КОП климаксовых древостоев [11], состоящие преимущественно из деревьев I и II классов Крафта. В наших исследованиях, деревья, относящиеся к категории «крупные» также характеризуются деревьями I и II классов Крафта. Поэтому основное внимание в определении оптимальных значений КОП уделено именно этой категории крупности деревьев.

Таблица 3 – Среднестатистические значения КОП сосновых древостоев Баянаульского ГНПП в зависимости от категорий крупности деревьев, см/см²

№ ПП	Тип леса	Категории крупности		
		крупные	средние	мелкие
Естественные древостои				
4Б	C ₂	3,8±0,3	7,0±0,2	10,7±0,3
5Б	C ₃	3,8±0,1	6,9±0,2	12,0±0,4
Искусственные древостои				
1Б	C ₃	2,3±0,1	4,5±0,2	11,0±0,4
2Б	C ₃	3,4±0,1	6,7±0,2	12,3±0,3
3Б	C ₂	4,0±0,3	7,1±0,2	11,7±0,2

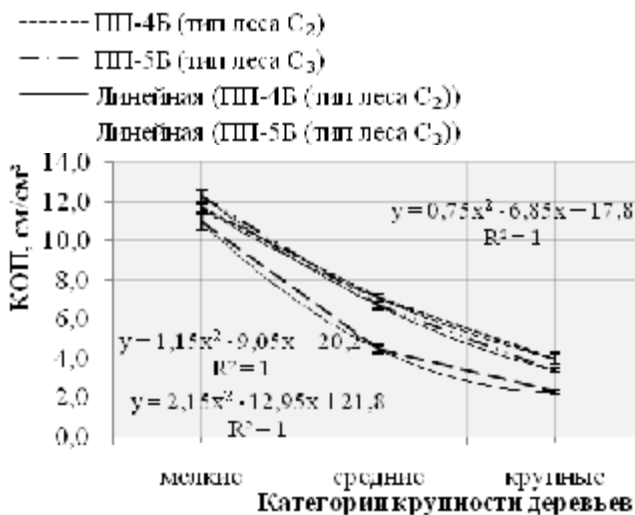
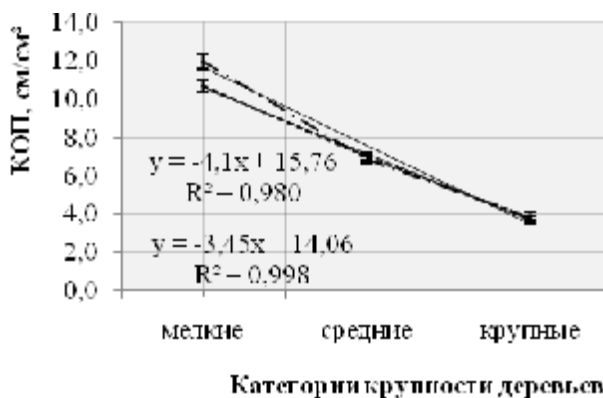
КОП деревьев, относящихся к категории крупности «средние» в высокополнотных сосновых древостоях составляет $6,7 \pm 0,2 - 7,1 \pm 0,2$ см/см², что соответственно, по существующей градации оптимальных значений КОП, также является наилучшим показателем коэффициента напряженности роста для данной категории крупности. Однако, для данной группы характерны деревья III и IV классов Крафта, что противоречит данным исследований вышеуказанных авторов, и является еще одним доказательством о недопустимости применения оптимальных значений КОП, разработанных для российских лесов, к древостоям Баянаульского ГНПП. В подтверждение вышеуказанному факту, стоит обратить внимание на значение КОП «средних» деревьев в среднеполнотных насаждениях на ПП-1Б, равное $4,5 \pm 0,2$ см/см², которое, соответственно, ниже нижней границы используемых в наших исследованиях оптимальных значений КОП.

Повышенным значением КОП на всех ПП характеризуются только деревья, относящиеся к категории крупности «мелкие».

В результате проведенного анализа установлено, что со снижением крупности деревьев отмечается увеличение значения КОП. Так, если КОП «крупных» деревьев в естественных и искусственных древостоях составляет $3,4 - 4,0$ см/см², то у деревьев, относящихся к категории «средние» значение рассматриваемого показателя увеличивается в 1,8-2,0 раза, а у «мелких» деревьев – в 2,9-3,6 раза.

Отмеченные существенные различия средних значений КОП между сравниваемыми категориями крупности деревьев, подтверждаются рассчитанным t-критерием Стьюдента (t_s), значение которого колеблется в пределах 8,6-16,3 при табличном его значении $t_{0,05} = 1,99 - 2,00$.

По результатам проведенных исследований в сосновых древостоях выявлена тесная связь комплексного оценочного показателя (КОП) с категориями крупности деревьев, которая в естественных сосняках аппроксимируется линейной функцией, в искусственных сосняках – функцией полинома 2 степени (рис. 1).



а) естественные сосняки

б) искусственные сосняки

Рисунок 1 - Взаимосвязь коэффициента напряженности роста и категорий крупности деревьев сосны в сосновых древостоях Баянаульского ГНПП

Данные рис. 1 свидетельствуют, что в искусственных сосняках наименьшими значениями КОП у деревьев всех категорий крупности характеризуются среднеполнотные древостои на ПП-1Б. Установлены достоверные различия в значении КОП по всем категориям крупности деревьев между среднеполнотными древостоями на ПП-1Б и высокополнотными

древостоями на ПП-2Б и 3Б, которые подтверждаются рассчитанным критерием Стьюдента $t_s=2,6-9,2$ при $t_{0,05}=1,98-2,12$.

Не менее важным в оценке напряженности роста древостоев является распределение значения КОП по категориям жизненного состояния, представленного в таблице 4.

Из приведенных в табл. 4 данных следует, что

высокополнотных естественных и искусственных древостоях наименьшими значениями КОП характеризуются деревья, относящиеся к категории «здоровые» - 5,1-6,5 см/см², значения КОП у «сильно ослабленных» и «отмирающих» деревьев в 1,8-2,5 раза превышает значения рассматриваемого показателя «здоровых» и «ослабленных» деревьев.

Существенные различия в значении КОП отмечаются между всеми категориями жизненного состояния, кроме «сильно ослабленных» и «отмирающих», и подтверждаются рассчитанным t-критерием Стьюдента (t_s), значение которого изменяется от 4,2 до 12,0 при табличном его значении $t_{0,05}=1,99-2,0$.

Таблица 4 – Среднестатистические данные коэффициента напряженности роста (КОП) сосняков Баянаульского ГНПП по категориям жизненного состояния, см/см²

№ ПП	Тип леса	Категории жизненного состояния			
		здоровые (100-80)	ослабленные (79-50)	сильно ослабленные (49-20)	отмирающие (19-0)
Естественные древостои					
4Б	C ₂	6,4±0,4	7,8±0,3	10,6±0,4	11,7
5Б	C ₃	5,1±0,4	7,2±0,3	11,5±0,8	10,1±2,1
Искусственные древостои					
1Б	C ₃	4,5±0,3	5,1±0,4	8,4±0,7	9,3±3,1
2Б	C ₃	5,1±0,2	7,1±0,3	10,7±0,5	13,0±0,4
3Б	C ₂	6,5±0,3	9,0±0,3	12,8±0,1	12,6±0,3

Установленная тесная взаимосвязь КОП и категорий жизненного состояния в сосняках естественного происхождения аппроксимируется функцией полинома 2 степени (рис. 2).

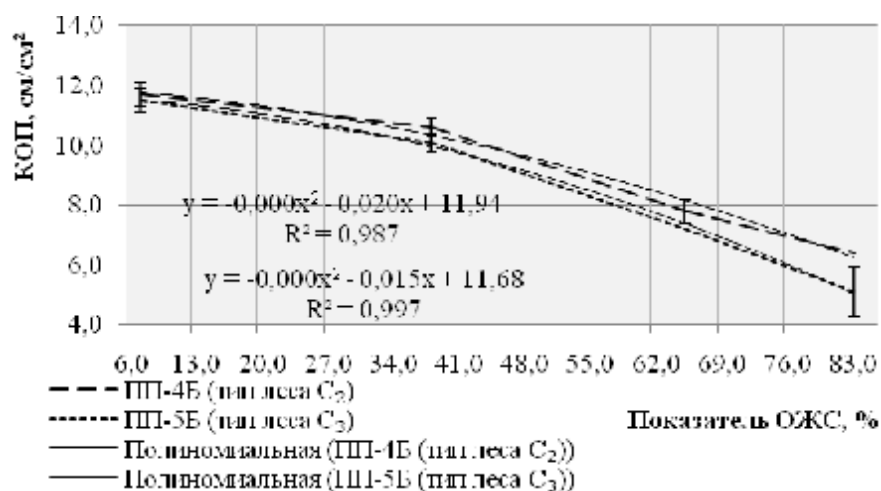


Рисунок 2 – Взаимосвязь коэффициента напряженности роста (КОП) и показателя жизненного состояния (ОЖС) в естественных сосняках Баянаульского ГНПП

В искусственных древостоях зависимость коэффициента напряженности роста (КОП) от категорий жизненного состояния деревьев (рис. 3) также характеризуется высокой теснотой связи, которая подтверждается достаточно высоким коэффициентом аппроксимации (R^2).

Наименьшими значениями КОП по всем рассматриваемым

категориям жизненного состояния характеризуются среднеполнотные древостои на ПП-1Б. Установленные достоверные различия в значении КОП по всем категориям жизненного состояния деревьев между среднеполнотными и высокополнотными древостоями подтверждаются рассчитанным критерием Стьюдента $t_s=2,7-7,8$ при $t_{0,05}=1,98-2,14$.

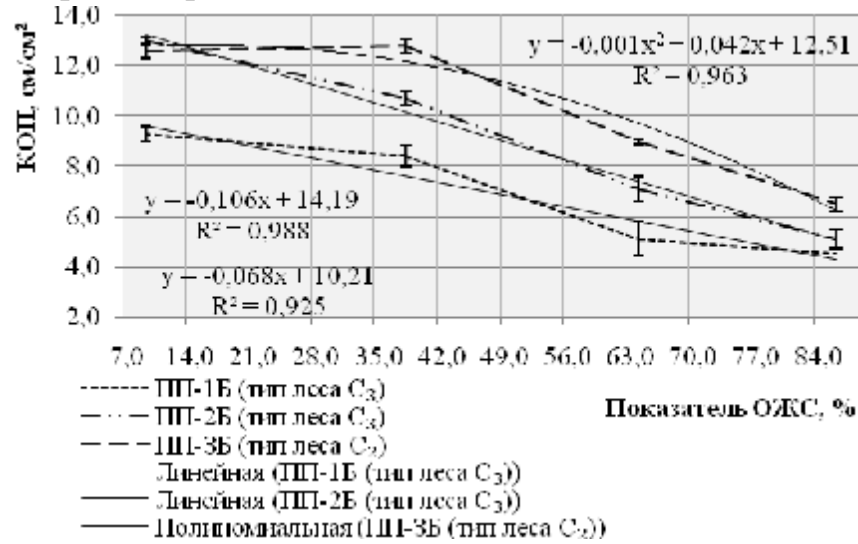


Рисунок 3 – Взаимосвязь коэффициента напряженности роста (КОП) и показателя жизненного состояния (ОЖС) в искусственных сосняках Баянаульский ГНПП

Сопоставив, полученные в результате исследований, данные по значению КОП деревьев, относящихся к различным категориям крупности и жизненного состояния, достоверность различий между которыми подтверждена рассчитанным t-критерием Стьюдента, можно сделать

предварительное заключение, что для сосняков естественного и искусственного происхождения в возрасте 40-70 лет, произрастающих в сухих и свежих типах лесорастительных условий Баянаульского ГНПП оптимальные значения КОП находятся в пределах – 3-6 см/см².

Заключение

1. В результате проведенной оценки напряженности роста исследуемых деревьев, установлено, что наибольшими значениями КОП характеризуются деревья, относящиеся к категории крупности «мелкие» с оценкой жизненного состояния «сильно ослабленные» и «отмирающие». Наличие таких деревьев в составе древостоя существенно завышает значение комплексного оценочного показателя (КОП).

2. Установлена тесная взаимосвязь коэффициента напряженности роста (КОП) с категориями крупности и категориями жизненного состояния, аппроксимируется уравнением

линейной и полиномиальной функциями.

3. Коэффициент напряженности роста (КОП) является достоверным показателем биологической устойчивости как всего древостоя в целом, так и отдельно рассматриваемых групп деревьев по категориям крупности и жизненного состояния.

4. На основе полученных данных уточнены оптимальные значения комплексного оценочного показателя или коэффициента напряженности роста (КОП) для сосняков естественного и искусственного происхождения в возрасте 40-70 лет, произрастающих в сухих и свежих типах лесорастительных условий Баянальского ГНПП. Оптимальные значения КОП находятся в пределах – 3-6 см/см².

Список литературы

1. Андреев Д.Н. Методика комплексной диагностики антропогенной трансформации особо охраняемых природных территорий // Географический вестник. Физическая география и геоморфология. – 2012. - № 4(23). – С.4-10.
2. Хайретдинов А.Ф., Залесов С.В. Введение в лесоводство: учебное пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. □ 202 с.
3. Чибисов Г.А., Нефедова А.И. Экологическая эффективность рубок ухода за лесом // Лесной журнал. – 2003. – № 5. – С. 11-17.
4. Etsuko Utsugi, Hiroshi Kanno, Naoto Ueno, Mizuki Tomita, Tomoyuki Saitoh, Megumi Kimura, Kenich Kanou, Kenji Seiwa. Hardwood recruitment into conifer plantations in Japan: Effects of thinning and distance from neighboring hardwood forests // Forest Ecology and Management. – 2006. □ Vol. 237. □ Issues 1–3. □ P. 15-28. doi:10.1016/j.foreco.2006.09.011
5. Mirendel Río, Rafael Calama, Isabel Cañellas, Sonia Roig, Gregorio Montero. Thinning intensity and growth response in SW-European Scots pine stands // Annals of Forest Science. □ 2008. □ Volume 65. □ Issue 3. □ P. 308-308. doi: 10.1051/forest:2008009
6. Бунькова Н.П., Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г. Основы фитомониторинга. Учебное пособие. Изд. 2-е, дополненное и переработанное. □ Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 88 с.

7. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учебное пособие. Электронное издание. – Екатеринбург: Урал.гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

8. Алексеев В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Ленинград: Наука, 1990. – С. 38-53.

9. Густова А.И., Терехина Д.К. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении // Аграрный вестник Урала. – 2007. □ № 5(41). – С. 55-59.

10. Искаков С.И., Жорабекова Ж.Т., Елемесов М.М. Современное состояние искусственных сосновых насаждений в ленточных борах Прииртышья // Развитие «зеленой экономики» и сохранение биологического разнообразия: Мат. Междунар. науч.-практ. конф. г. Щучинск, 8-10 октября 2013 г. □ С. 117-123.

11. Шульга В.Д., Густова А.И., Терехина Д.К. Обоснование облигатности интенсивных лесоводственных уходов для рекреационных древостоев аридной зоны // Аридные экосистемы. – 2007. □ Том 3. □ №33-34. – С. 81-88.

12. Минин Н.С., Захаров А.Ю. Рост сосняков искусственного происхождения под влиянием рубок ухода / Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2013. – № 6. – С. 60-64.

13. Чибисов Г.А., Минин Н.С. Рост сосняков под влиянием рубок ухода 40-летней давности / Лесной журнал. □ 2004. □ № 3. – С. 10-14.

Түйін

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде Баянауыл МҰТП табиғи және жасанды текті жоғары тығыздықты қарағай алқаағаштарында «қатты нашарлаған» және «қурай бастаған» тіршілік жағдайы бағасымен «ұсақтар» ірілік санатына жататын ағаштар КБК ең үлкен мәнімен мінеземеленетіні айқындалды. Сүрекдіңдер құрамында мұндай ағаштардың болуы кешенді бағалау көрсеткішінің (КБК) мәнін елеулі жоғарылатады, ол, өз кезегінде, зерттеліп жатқан алқаағаштар тұрақтылығының төмендеуінің себебі болып табылады. Өсім қауыртылығы коэффициентінің (КБК) ірілік санаттарымен және тіршілік жағдайының санаттарымен сызықтық және полиномиалдық функциялармен жуықталатын тығыз өзара байланысы анықталды.

Summary

The results of researches have shown that in the high-density stand of pine of natural and artificial origin of GNPP «Bayanaul» high value of complex of the estimated indicators (CEI) characterized trees of categories fineness «small» with the assessment of the vital status «greatly weakened» and «destroyed».The

existence of such trees in the stand composition significantly increases the value of the complex estimative indicators (CEI), it is thus, reduced sustainability of stands. It found that the relationship of complex estimative indicators (CEI) with fineness of trees and vital status of pine forests approximated by the linear and polynomial functions.

Благодарность. Авторы выражают искреннюю благодарность и глубокую признательность сотрудникам Баянаульского государственного национального природного парка главе с Куншуаковым К. В. в оказании содействия в проведении исследований, а также Цуровой Р.С., лаборанта отдела лесоведения КазНИИЛХА, за ее помощь в ходе сбора полевых материалов.