

**М.М. Улитин, В.П. Бессчетнов**

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Введение.* Базовым атрибутом практической реализации стратегии устойчивого роста и развития отечественного лесного комплекса выступает его последовательный переход к инновационному типу ведения хозяйства и достижению показателей непрерывного и неистощительного лесопользования. Необходимым условием этого является системное лесовосстановление, осуществляемое на платформе прогрессивных технологий создания лесных культур и генетико-селекционной основе [Бессчетнова, 2008; 2009а, б, в; 2012а, б; 2015; 2016; Бессчетнова и др., 2014а, б]. Ресурсной основой для достижения указанных целей служат лесные богатства нашей страны, сконцентрированные в насаждениях главных древесных пород. Лиственница (*Larix Mill.*) является одной из них. Её ареал охватывает практически всю Сибирь и Дальний Восток, а также обширные площади Европейской части России. Обладая уникальным сочетанием ценных признаков и свойств, многочисленные представители этого рода на протяжении длительного периода времени выступают объектом разноплановых исследований, проводимых у нас в стране [Сукачев, 1924; Бобров, 1972; Милютин, 2003; Кищенко, 2015; Есичев, 2016; 2018; Бессчетнов и др., 2018; Есичев и др., 2019; Улитин, 2019; Улитин и др. 2019; 2020] и за рубежом [Bonnet-Masimbert et al., 1998; Sigurdsson et al., 2005; Colas et al., 2008; Markiewicz, 2008; Mihai et al., 2009; Aniszewska, 2010; Nagaïke et al., 2010; Repáč et al., 2011; Danek et al., 2017; Aniszewska et al., 2018; Vilcan et al., 2017; Williams et al., 2018]. На территории Нижегородской области распространена лиственница Сукачева (*L. Sukaczewii Djl. spec. nov.*), которая образует здесь естественные насаждения I и даже I-а классов бонитета [Куприянов, 1969; Куприянов и др., 1995; Есичев, 2016; 2018; Бессчетнов и др., 2018; Есичев и др., 2016; 2019]. Данное обстоятельство свидетельствует о благоприятных для неё лесорастительных условиях и указывает на широкие возможности интродукции близкородственных видов, в частности, лиственницы сибирской (*Larix sibirica Ledeb.*), которая в регионе широко представлена в искусственных насаждениях различного целевого

назначения и конструкций (лесные культуры, защитные полосы, объекты озеленения) [Улитин, 2019а, б; Улитин и др., 2019; 2020].

Цель исследований – дать оценку эффективности создания лесных культур лиственницы Сукачева на территории Нижегородской области.

*Материалы и методика исследований.* Объектом исследований служили лесные культуры лиственницы Сукачева, созданные в 1986 г. на территории Сергачского межрайонного лесничества Нижегородской области. Координаты участков: первого – N 55.541378, E 45.471119; второго – N 55.541388, E 45.471125. Площадь участков соответственно составляет 4,8 га, и 18,7 га. Они лежат на юго-западной границе естественного распространения вида в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов и входят в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Рельеф их поверхности ровный, почвы относятся к серым лесным, а лесорастительные условия соответствуют типу С<sub>2</sub>. Предметом исследований явились таксационные показатели лесных культур лиственницы Сукачева. Методологической основой рабочих методик служил принцип единственного логического различия, что соответствует общепринятым подходам к организации и проведению подобных исследований. Работа выполнялась полевым стационарным методом. Характеристика культур лиственницы давалась по результатам натурного обследования. Пробные площади закладывали в соответствии с действующим отраслевым стандартом. Диаметр ствола на высоте 1,3 м определяли мерной вилкой по 1-сантиметровым ступеням толщины, высоту – высотомером SUUNTO с точностью до 0,5 м, расстояние от поверхности почвы до живого и мертвого сучка – лазерным дальномером Stabila d 76855 с точностью до 1 см. Все таксационные показатели устанавливали при сплошном перечете главной породы в составе лесных культур. Помимо параметров непосредственного учета и фиксации, в работе авторами использованы производные признаки, которые традиционно применяются в биологических и лесоводственных исследованиях в России [Бессчетнов и др., 2012а, б; Бессчетнова, 2012а, б; 2013а, б; 2015; 2016; Бессчетнова и др., 2014а, б; 2015; 2019а, б; 2020; Ершов и др., 2018; Кулькова и др., 2018а, б; 2021] и других странах [Al Afas et al., 2007; Casella et al., 2007; Gornall et al., 2007; Dumais et al., 2014; Venomar et al., 2015]. Статистическая обработка данных выполнялась по традиционным методическим схемам [Бондаренко и др., 2016]. Оценку степени изменчивости признаков давали по общепринятой шкале [Мамаев, 1969].

*Результаты исследований.* При натурном обследовании участков лесных культур с участием в их составе лиственницы Сукачева были установлены их основные лесоводственно-таксационные характеристики (табл. 1). Согласно материалам табл. 1, базовые характеристики опытных участков обладают общими чертами: все насаждения сформированы в едином типе лесорастительных условий (С<sub>2</sub> – свежие сугрудки), содержат лиственницу в первом ярусе, имеют одинаковый возраст, бонитет и полноту.

Таблица 1

**Лесоводственно-таксационные показатели лесных культур с участием лиственницы Сукачева в Нижегородской области<sup>1,2</sup>**

**Forestry and taxation indicators of forest crops with Sukachev larch in the Nizhny Novgorod region<sup>1,2</sup>**

Ярус	Возраст, лет	Тип леса, ТЛУ	Бонитет, класс	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>	
					лиственница на 1 га	общий
Участок № 1 – 3СВ2Е2ЛЗБ						
1	34	СЛП, С <sub>2</sub>	1	0,6	8,05	72
Участок № 2 – 3СВ2Е2ЛЗБ						
1	34	СЛП, С <sub>2</sub>	1	0,6	10,5	280

<sup>1</sup>Сокращенные обозначения: Л – лиственница; СВ – сосна веймутова; Е – Ель, ДН – дуб низкоствольный; Б – береза, СЛП – сосняк липняковый, С<sub>2</sub> – свежие сугрудки, ТЛУ – тип лесорастительных условий.

<sup>2</sup>Запас приведен по актуализированным данным лесоустройства 2012 г.: для лиственницы на 1 га – по модельному дереву; для общего запаса – по высоте.

Вместе с тем, запас лиственничной части насаждения на 1 га неодинаков – на втором участке он выше. Расхождение в общем запасе насаждений обусловлено, главным образом, разной площадью участков. Поскольку лесные культуры создавались в уже сформированном типе лесе, который на тот момент относился к сосновым насаждениям, таксационное описание типа леса представлено как «сосняки».

Количественные оценки состояния древостоя на участках обследованных лесных культур представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2

Таксационные показатели лесных культур лиственницы Сукачева на первом участке<sup>1,2</sup>Taxation indicators of Sukachev larch forest crops on the first plot<sup>1,2</sup>

Виды	М	СКО	min	max	$\Delta$	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Признак 1	14,40	2,05	10,00	18,00	8,00	0,35	14,21	41,63	2,40
Признак 2	13,57	1,54	9,00	16,00	7,00	0,26	11,34	52,16	1,92
Признак 3	3,09	0,96	1,00	5,00	4,00	0,16	30,82	19,20	5,21
Признак 4	7,10	1,42	4,00	10,00	6,00	0,24	20,05	29,50	3,39
Признак 5	7,71	2,11	2,00	11,00	9,00	0,36	27,33	21,65	4,62
Признак 6	6,63	1,77	2,00	10,00	8,00	0,30	26,66	22,19	4,51
Признак 7	0,95	0,12	0,75	1,17	0,42	0,02	12,24	48,32	2,07
Признак 8	10,49	1,67	7,00	13,00	6,00	0,28	15,92	37,16	2,69
Признак 9	6,47	2,05	1,00	10,00	9,00	0,35	31,73	18,64	5,36
Признак 10	0,017	0,005	0,008	0,025	0,018	0,001	27,81	21,27	4,70
Признак 11	0,09	0,02	0,06	0,12	0,06	0,00	24,47	24,18	4,14
Признак 12	0,62	0,18	0,14	1,00	0,86	0,03	29,81	19,85	5,04
Признак 13	7,17	1,56	2,00	10,50	8,50	0,26	21,78	27,16	3,68
Признак 14	1,26	0,65	0,71	3,67	2,95	0,11	51,47	11,49	8,70
Признак 15	1,06	0,13	1,33	0,86	0,48	0,02	12,24	48,32	2,07
Признак 16	0,115	0,041	0,204	0,035	0,168	0,007	35,516	16,657	6,003

<sup>1</sup> Статистики: М – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max – абсолютный максимум значений; min – абсолютный минимум значений;  $\Delta$ lim – диапазон абсолютных значений;  $\pm m$  – ошибка репрезентативности выборочного среднего; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ( $t_{05} = 2,03$ ;  $t_{01} = 2,73$ ); P – относительная ошибка или точность опыта, %.

<sup>2</sup> Признаки: Признак 1 – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; Признак 2 – высота ствола, м; Признак 3 – расстояние до 1-го мертвого сучка, м; Признак 4 – расстояние до 1-го живого сучка, м; Признак 5 – диаметр кроны С-Ю, м; Признак 6 – диаметр кроны В-З, м; Признак 7 – отношение высоты ствола к его диаметру, м/см; Признак 8 – общая протяженность кроны, м; Признак 9 – протяженность живой части кроны, м; Признак 10 – площадь поперечного сечения ствола, см<sup>2</sup>; Признак 11 – отношение высоты ствола к площади его поперечного сечения (напряженность роста), м/см<sup>2</sup>; Признак 12 – доля живой части кроны, м; Признак 13 – средний диаметр проекции кроны, м; Признак 14 – коэффициент асимметрии кроны; Признак 15 – средний абсолютный сбег ствола, см/м; Признак 16 – объема ствола, м<sup>3</sup>.

Изменчивость таксационных показателей не одинакова, в частности, по диаметру ствола (признак 1) и его высоте (признак 2) она незначительна и в оценках по коэффициентам вариации может быть отнесена преимущественно к низкому уровню шкалы Мамаева (Cv = 7...15%): на первом участке 14,21% и 11,34%; на втором – 17,11 и 9,16% соответственно. Столь же ста-

бильно отношение диаметра ствола к его высоте (признак 7): на первом участке – 12,24%; на втором – 19,24%, что вполне объяснимо, исходя из варьирования линейных параметров ствола (см. табл. 2, 3). Сопоставление лимитов перечисленных параметров также указывает на их относительную стабильность по сравнению с другими признаками. Так, по диаметру ствола на первом участке абсолютный максимум (18 см) в 1,80 раза превосходит абсолютный минимум (10 см), а их диапазон (8 см) составил 55,56% от среднего значения ( $14,40 \pm 0,35$  см). По высоте ствола абсолютный максимум (16 м) в 1,78 раза превосходил абсолютный минимум (9 м), а их диапазон (7 м) составил 51,58% от среднего значения ( $13,57 \pm 0,26$  м). Аналогично по отношению диаметра ствола к его высоте: абсолютный максимум (1,17 м/см) в 1,56 раза превосходил абсолютный минимум (0,75 м/см), а их диапазон (0,42 м/см) составил 43,73% от среднего значения ( $0,95 \pm 0,02$  м/см). По остальным признакам изменчивость заметно выше (чаще средний и повышенный уровень) и в ряде случаев достигает высокого (признак 16) и очень высокого (признак 14) уровня:  $C_v = 35,52\%$  и  $C_v = 51,46\%$  соответственно.

Таблица 3

**Таксационные показатели лесных культур лиственницы Сукачева на втором участке<sup>1</sup>**

**Taxation indicators of Sukachev larch forest crops on the second plot<sup>1</sup>**

Виды	М	СКО	min	max	$\Delta$	$\pm m$	$C_v, \%$	t	P, %
Признак 1	15,66	2,68	12,00	22,00	10,00	0,45	17,11	34,59	2,89
Признак 2	15,23	1,40	13,00	18,00	5,00	0,24	9,16	64,58	1,55
Признак 3	4,43	2,37	1,00	10,00	9,00	0,40	53,46	11,07	9,04
Признак 4	8,66	0,87	7,00	10,00	3,00	0,15	10,08	58,70	1,70
Признак 5	5,66	2,97	1,00	10,00	9,00	0,50	52,50	11,27	8,87
Признак 6	4,83	2,60	1,00	9,00	8,00	0,44	53,74	11,01	9,08
Признак 7	1,00	0,19	0,70	1,42	0,72	0,03	19,24	30,74	3,25
Признак 8	10,80	2,53	4,00	14,00	10,00	0,43	23,42	25,26	3,96
Признак 9	6,57	1,54	4,00	9,00	5,00	0,26	23,43	25,25	3,96
Признак 10	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,00	34,09	17,35	5,76
Признак 11	0,09	0,03	0,04	0,15	0,11	0,01	35,58	16,63	6,01
Признак 12	0,66	0,29	0,33	1,75	1,42	0,05	43,88	13,48	7,42
Признак 13	5,24	2,63	1,00	9,50	8,50	0,44	50,11	11,81	8,47
Признак 14	1,23	0,45	0,50	2,25	1,75	0,08	36,43	16,24	6,16
Признак 15	1,04	0,19	1,43	0,71	0,72	0,03	18,44	32,08	3,12
Признак 16	0,151	0,056	0,304	0,074	0,231	0,009	36,896	16,035	6,237

<sup>1</sup> Обозначения статистик и признаков те же, что и в табл. 2.

Установленные таксационные характеристики (высота и диаметр стволов) лесных культур лиственницы Сукачева позволили отнести обследованные насаждения (их возраст на момент учета составил 34 года) к I классу бонитета.

Вычисление объема ствола (признак 16) как параболоида с той же высотой и основанием, равным площади поперечного сечения, позволило установить форму и масштаб его изменчивости как в пределах каждого опытного участка, так и между ними. На первом участке оценки составили  $0,115 \pm 0,007 \text{ м}^3$  и на втором –  $0,151 \pm 0,009 \text{ м}^3$ . Коэффициенты вариации, при этом, близки по своей величине и соответствуют высокому уровню изменчивости: 35,516% и 36,896% на первом и втором участке соответственно.

Принимая во внимание светолюбие лиственницы, её чувствительность к условиям освещения оценивали по особенностям развития кроны вдоль ряда лесных культур и поперёк его направления. Вычисление значений коэффициента асимметрии кроны (признак 14) показало, что в указанном отношении дерева, имея хорошо развитую крону, средний диаметр которой (признак 13) составил  $7,17 \pm 0,26 \text{ м}$  на первом участке и  $5,24 \pm 0,44$  – на втором, формировали её с тенденцией к приоритетному росту побегов в сторону лучше освещенной части, занимаемого ими пространства. В соответствии с этим указанный коэффициент принимал значения:  $1,26 \pm 0,11$  на первом участке и  $1,23 \pm 0,08$  – на втором. При этом, показатель нестабилен, и коэффициенты вариации соответствовали высокому ( $C_v = 36,43\%$ ) и очень высокому ( $C_v = 51,47\%$ ) уровню изменчивости. В целом, такая картина в полной мере соответствует сложившимся представлениям о реакции представителей рода лиственница на фактическую инсоляцию. Выступая надежным показателем биологической устойчивости и хорошего развития растений, доля живой части кроны в её общей протяженности по стволу (признак 12) демонстрирует достаточно высокие оценки:  $0,62 \pm 0,03$  на первом участке и  $0,66 \pm 0,05$  – на втором, а её изменчивость соответственно относится к повышенному ( $C_v = 29,81\%$ ) и высокому ( $C_v = 43,88\%$ ) уровню.

Полученный материал статистически надежен и достоверен, о чем можно судить по величине расчетных значений критерия Стьюдента, значительно превосходящей минимально допустимый порог на 5-процентном и 1-процентном уровнях значимости, а также по оценкам относительной ошибки (точности опыта), которые, как правило, не превышали 5-процентный уровень. В отдельных случаях это не было достигнуто по причине физического ограничения числа учитываемых растений, сохранившихся на участке.

Характер и масштаб различий между насаждениями на обследованных участках лесных культур позволил установить однофакторный дисперсионный анализ (табл. 4). Сравнимые участки лесных культур демонстрировали наличие между ними существенных различий по большинству таксационных показателей, введенных в схему опыта. На это указывают расчетные величины критерия Фишера (см. табл. 4), превысившие допустимый минимальный предел на 5-процентном уровне значимости ( $F_{05} = 3,98$ ). Вместе с тем, по ряду характеристик, относящихся к числу производных признаков (признаки 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15), существенных различий не наблюдалось.

Таблица 4

**Оценки существенности различий между участками лесных культур по показателям роста и развития деревьев<sup>1,2</sup>**

**Estimates of the significance of differences between forest crop plots in terms of tree growth and development<sup>1,2</sup>**

Признак	F <sub>оп</sub>	Доля влияния фактора ( $h^2 \pm s_h^2$ )						Критерии различий	
		по Плохинскому			по Снедекору				
		$h^2$	$\pm s_h^2$	$F_h^2$	$h^2$	$\pm s_h^2$	$F_h^2$	HCP <sub>05</sub>	D <sub>05</sub>
Признак 1	4,87	0,0668	0,0137	4,87	0,0995	0,0132	7,52	1,12	1,13
Признак 2	22,27	0,2467	0,0111	22,27	0,3780	0,0091	41,32	0,69	0,70
Признак 3	9,70	0,1248	0,0129	9,70	0,1990	0,0118	16,90	84,53	85,38
Признак 4	28,85	0,3042	0,0105	28,85	0,4503	0,0083	54,06	0,57	0,57
Признак 5	11,17	0,1410	0,0126	11,17	0,2251	0,0114	19,75	1,21	1,22
Признак 6	12,01	0,1540	0,0128	12,01	0,2446	0,0114	21,37	1,06	1,08
Признак 7	1,54	0,0221	0,0144	1,54	0,0151	0,0145	1,04	0,07	0,08
Признак 8	0,38	0,0055	0,0146	0,38	-	-	-	1,00	1,01
Признак 9	0,06	0,0008	0,0147	0,06	-	-	-	0,85	0,86
Признак 10	5,34	0,0728	0,0136	5,34	0,1104	0,0131	8,44	27,10	27,37
Признак 11	0,06	0,0009	0,0151	0,06	-	-	-	0,01	0,01
Признак 12	0,51	0,0075	0,0146	0,51	-	-	-	0,11	0,11
Признак 13	13,93	0,1701	0,0122	13,93	0,2698	0,0107	25,13	1,01	1,02
Признак 14	0,06	0,0009	0,0147	0,06	-	-	-	0,26	0,26
Признак 15	0,59	0,0085	0,0146	0,59	-	-	-	0,08	0,08
Признак 16	9,80	0,1259	0,0129	9,80	0,2009	0,0118	17,09	0,02	0,02

<sup>1</sup> Показатели: F<sub>оп</sub> – опытный критерий Фишера; F<sub>05</sub>/F<sub>01</sub> – табличные значения критерия Фишера соответственно на 5-процентном и 1-процентном уровнях значимости (F<sub>05</sub> = 3,98; F<sub>01</sub> = 7,01); F<sub>h</sub><sup>2</sup> – показатель достоверности опытного критерия Фишера; h<sup>2</sup> – показатель силы влияния фактора;  $\pm s_h^2$  – ошибка показателя силы влияния фактора; HCP<sub>05</sub> – наименьшая существенная разность на 5-процентном уровне значимости; D<sub>05</sub> – критерий Гьюки на 5-процентном уровне значимости.

<sup>2</sup> Обозначения признаков те же, что и в таблице 2.

В вариантах с подтвержденными существенными различиями эффект влияния последних на формирование общего фона фенотипической дисперсии неодинаков для разных признаков. Так, по диаметру ствола на высоте 1.3 м (признак 1) в расчетах по алгоритму Плохинского доля влияния организованного фактора (в нашем случае разница в участках лесных культур) была минимальной и составила  $6,68 \pm 1,37\%$  ( $F_h^2 = 4,87$ ). Наибольшие оценки соответствовали расстоянию до первого живого сучка (признак 4):  $h^2 \pm s_h^2 = 30,42 \pm 1,05\%$  ( $F_h^2 = 28,85$ ). Вычисления с использованием алгоритма Снедекора дали вполне сопоставимый результат. Влияние не учитываемых в опыте случайных факторов по всем анализируемым показателям преобладало, достигая 95,13% (признак 1). Критерии различий ( $НСР_{05}$  и  $D_{05}$ ) очертили рубеж, преодолев который разница средних значений признаков в попарном сравнении насаждений может быть признана существенной.

*Выводы.* 1. Лесные культуры лиственницы Сукачева, созданные в юго-западной части Нижегородской области на территории Сергачского межрайонного лесничества, достигая к возрасту 34 лет (2-й класс возраста) высоты 14–15 м, (от  $13,57 \pm 0,26$  м до  $15,23 \pm 0,24$  м) формируют насаждения, соответствующие первому классу бонитета.

2. Линейные параметры ствола в лесных культурах лиственницы Сукачева достаточно стабильны, а вариация их значений соответствует преимущественно низкому уровню шкалы Мамаева.

3. Лесорастительные условия на территории Нижегородской области полностью соответствуют биологии лиственницы Сукачева и обеспечивают успешное создание продуктивных лесных культур указанной древесной породы.

### **Библиографический список**

*Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н.* Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // ИВУЗ. Лесной журнал. 2013. № 2/332. С. 45–52.

*Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н.* Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // ИВУЗ. Лесной журнал. 2012а. № 2/326. С. 58–64.

*Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н.* Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. 2012б. № 06. С. 13–16.

Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill.*) в условиях Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018. № 1. С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9

Бессчетнова Н.Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. 2013б. № 07. С. 11–15.

Бессчетнова Н.Н. К вопросу об оценке общей комбинационной способности плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2008. № 6 (63). С. 4–12.

Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2013а. № 1 (17). С. 5–14.

Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. 2012б. № 07. С. 9–14.

Бессчетнова Н.Н. Оценка общей комбинационной способности плюсовых деревьев сосны обыкновенной в Нижегородской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2009б. № 4 (67). С. 4–10.

Бессчетнова Н.Н. Оценка эффективности отбора плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах в Нижегородской области // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2009а. № 2 (65). С. 31–36.

Бессчетнова Н.Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса / под общ. ред. Е.А. Памфилова: сб. науч. трудов по итогам Междунар. науч.-техн. конф. Вып. 22. Брянск: БГИТА, 2009в. С. 10–14.

Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. 586 с.

Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. 464 с.

Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по параметрам хвои в трехфакторном дисперсионном анализе // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012а. № 6 (89). С. 199–204.

Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014а. № 2 (32). С. 82–84.

*Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П.* Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014б. 369 с.

*Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнов П.В.* Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104.

*Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Еришов П.В.* Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019б. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63

*Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Черных В.Л.* Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 4 (28). С. 35–49.

*Бессчетнова Н.Н., Кулькова А.В.* Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea* L.) в условиях Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2019а. № 6. С. 52–61. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52.

*Бобров Е.Г.* История и систематика лиственниц // Комаровские чтения. Л.: Наука. Ленинградское отд-е, 1972. Т. 25. С. 1–96.

*Бондаренко А.С., Жигунов А.В.* Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 125 с.

*Еришов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П.* Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.

*Есичев А.О.* Корреляция признаков пигментного состава хвои представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в дендропарке Сергачского лесничества Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018. № 3. С. 43–53. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.43

*Есичев А.О.* Сравнительная оценка ассортимента клонов плюсовых деревьев лиственницы Сукачёва (*L. Sukaczewii* Djil.) на лесосеменной плантации в Нижегородской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 66–68.

*Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н.* Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК: матер. Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 года. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. С. 14–18.

Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н. Изменчивость пигментного состава хвои клонов плюсовых деревьев лиственницы Сукачева (*L. Sukaczewii* Djil. spec. nov.) в ассортименте лесосеменных плантаций на примере Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Бессчетновой Н.Н. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 156–164.

Кищенко И.Т. Лиственница сибирская на западной границе ареала // Принципы экологии. 2015. № 2. С. 55–65. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4142.

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2018а. № 1(37). С. 5–18.

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018б. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23.

Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39

Куприянов Н.В. Опыт выращивания лиственницы в культуре в Горьковской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 1969. №1. С. 39–43.

Куприянов Н.В., Веретенников С.С., Шишов В.В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. Нижний Новгород: Волго-Вятское книж. изд-во, 1995. 348 с.

Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений: II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных Уральского филиала Академии наук СССР. Вып. 60. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1969. С. 3–38.

Милютин Л.И. Биоразнообразие лиственниц России // Хвойные бореальной зоны. 2003. Вып.1. С.6–9.

Сукачев В.Н. К истории развития лиственницы // Лесное дело М.; Л.: Новая деревня, 1924. С. 12–44.

Улитин М.М. Взаимозависимость морфологических показателей шишек лиственницы сибирской в полезащитных полосах нижегородской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2019а. № 55. С. 50–52.

Улитин М.М. Сравнительная оценка изменчивости морфологических показателей шишек лиственницы сибирской в полезащитных полосах нижегородской области // Рост и воспроизводство научных кадров в сельском и лесном хозяйстве. Всероссийская научно-практическая интернет-конф. с Междунар. участием для обучающихся и молодых ученых: Нижний Новгород 18–29 декабря 2019 г. /

под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019б. С. 131–136 с.

Улитин М.М., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // ИВУЗ. Лесной журнал. 2020. № 6. С. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41

Улитин М.М., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н. Морфологические показатели шишек лиственницы сибирской в поlezащитных полосах Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 220–225.

Al Afas N., Marrona N., Ceulemans R. Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy position, biomass production, and varietal taxon // Annals of Forest Science. 2007. Vol. 64, no. 4. P. 521–532. DOI: 10.1051/forest:2007029

Aniszewska M. Analysis of opening cones of selected coniferous trees // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). 2010. Vol. 55. P. 57–64.

Aniszewska M., Gendek A., Zychowicz W. Analysis of Selected Physical Properties of Conifer Cones with Relevance to Energy Production Efficiency // Forests. 2018. Vol. 9, iss. 7, Article number 405. P. 405(1–12). DOI: 10.3390/f9070405

Benomar L., Lamhamedi M.S., Villeneuve I., Rainville A., Beaulieu J., Bousquet J., Margolis H.A. Fine-scale geographic variation in photosynthetic-related traits of *Picea glauca* seedlings indicates local adaptation to climate // Tree Physiology. 2015. Vol. 35, iss. 8. P. 864-878. DOI: 10.1093/treephys/tpv054

Bonnet-Masimbert M., Pâques L. E., Baldet P., Philippe G. From flowering to artificial pollination in larch for breeding and seed orchard production // The Forestry Chronicle. 1998. Vol. 74, iss. 2. P. 195–202. DOI:10.5558/tfc74195-2

Casella E., Sinoquet H. Botanical determinants of foliage clumping and light interception in two-year-old coppice poplar canopies: assessment from 3-D plant mock-ups // Annals of Forest Science. 2007. Vol. 64, no. 4. P. 395-404. DOI: 10.1051/forest:2007016

Colas F., Perron M., Tousignant D., Parent C., Pelletier M., Lemay P. A novel approach for the operational production of hybrid larch seeds under northern climatic conditions // The Forestry Chronicle. 2008. Vol. 84 iss. 1. P. 95–104. DOI: 10.5558/tfc84095-1

Danek M., Chuchro M., Walanus A. Variability in Larch (*Larix Decidua* Mill.) Tree-Ring Growth Response to Climate in the Polish Carpathian Mountains // Forests. 2017. Vol. 8, iss. 10, Article number 354. P. 354(1–22). DOI: 10.3390/f8100354

Dumais, D. Physiology and growth of advance *Picea rubens* and *Abies balsamea* regeneration following different canopy openings / D. Dumais, M. Prévost // Tree Physiology. – 2014. Vol. 34 Issue 2. – Pp. 194-204. DOI: 10.1093/treephys/tp114

Gornall J.L., Guy R.D. Geographic variation in ecophysiological traits of black cottonwood (*Populus trichocarpa*) // Canadian Journal of Botany. 2007. Vol. 85, no. 12. P. 1202–1213. DOI: 10.1139/B07-079

Markiewicz P. Problems with seed production of European larch in seed orchards in Poland // Seed orchards: Proceedings from a conference at Umeå, Sweden, 26–28 September 2007. Uppsala, Sweden: Publikationstjänst, 2008. p. 161–164.

Mihai G., Teodosiu M. Genetic diversity and breeding of larch (*Larix decidua* Mill.) in Romania // Annals of Forest Research. 2009. Vol. 52, no. 1. P. 97–108, DOI: 10.15287/afr.2009.126

Nagaike T., Hayashi A., Kubo M. Diversity of naturally regenerating tree species in the overstorey layer of *Larix kaempferi* plantations and abandoned broadleaf coppice stands in central Japan // Forestry: An International Journal of Forest Research. 2010. Vol. 83, iss. 3. P. 285–291. DOI: 10.1093/forestry/cpq011

Repáč I., Tučeková A., Sarvašová I., Vencurik J. Survival and growth of outplanted seedlings of selected tree species on the High Tatra Mts. windthrow area after the first growing season // Journal of Forest Science. 2011. Vol. 57, iss. 8. P. 349–358. DOI: 10.17221/130/2010-JFS

Sigurdsson B.D., Magnusson B., Elmarsdottir A., Bjarnadottir B. Biomass and composition of understory vegetation and the forest floor carbon stock across Siberian larch and mountain birch chronosequences in Iceland // Annals of Forest Science. 2005. Vol. 62, no. 8. P. 881–888. DOI: 10.1051/forest:2005079

Vilcan A., Mihalte L., Sestras A.F., Holonec L., Sestras R.E. Genetic variation and potential genetic resources of several Romanian larch populations // Turkish Journal of Agriculture & Forestry. 2017. Vol. 41, no. 1. P. 82–91. DOI:10.3906/tar-1610-57

Williams G.M., Nelson A.S., Affleck D.L.R. Vertical distribution of foliar biomass in western larch (*Larix occidentalis*) // Canadian Journal of Forest Research. 2018, Vol. 48, no. 1. P. 42–57. DOI: 10.1139/cjfr-2017-0299

## Reference

Al Afas N., Marrona N., Ceulemans R. Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy position, biomass production, and varietal taxon. *Annals of Forest Science*, 2007, vol. 64, no. 4, pp. 521–532. DOI: 10.1051/forest:2007029

Aniszewska M. Analysis of opening cones of selected coniferous trees. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*, 2010, vol. 55, pp. 57–64.

Aniszewska M., Gendek A., Zychowicz W. Analysis of Selected Physical Properties of Conifer Cones with Relevance to Energy Production Efficiency. *Forests*, 2018, vol. 9, iss. 7, Article number 405, pp. 405(1–12). DOI: 10.3390/f9070405

Benomar L., Lamhamedi M.S., Villeneuve I., Rainville A., Beaulieu J., Bousquet J., Margolis H.A. Fine-scale geographic variation in photosynthetic-related traits of *Picea*

glauca seedlings indicates local adaptation to climate. *Tree Physiology*, 2015, vol. 35, iss. 8, pp. 864–878. DOI: 10.1093/treephys/tpv054

*Besschetnov V.P., Besschetnova N.N.* Formation and lignification of xylem of plus trees of Scots pine. *Russian Forestry Journal*, 2013, no. 2/332, pp. 45–52. (In Russian with English summary)

*Besschetnov V.P., Besschetnova N.N.* Selection evaluation of plus trees of Scots pine by methods of multivariate analysis]. *Russian Forestry Journal*, 2012a, no. 2/326, pp. 58–64. (In Russian with English summary)

*Besschetnov V.P., Besschetnova N.N.* Selection evaluation of plus trees of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) according to the parameters of cones. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Natural, technical, and economic sciences*, 2012b, no. 06, pp. 13–16. (in Russian with English summary).

*Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Esichev A.O.* Assessment of the physiological state of representatives of the genus larch (*Larix Mill.*) in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Russian Forestry Journal*, 2018, no. 1, pp. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Comparative evaluation of clones of plus trees of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) by the parameters of needles in a three-factor analysis of variance. *Forestry Bulletin*, 2012a, no. 6 (89), pp. 199–204. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Evaluation of the effectiveness of the selection of plus trees of Scots pine in test crops in the Nizhny Novgorod region. *Forestry Bulletin*, 2009a, no. 2 (65), pp. 31–36. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Evaluation of the overall combinational ability of plus trees of Scots pine in the Nizhny Novgorod region. *Forestry Bulletin*, 2009b, no. 4 (67), pp. 4–10. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Index of non-identity in the selection evaluation of plus trees. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Natural, technical, and economic sciences*, 2013b, no. 07, pp. 11–15. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Multidimensional assessment of plus trees of Scots pine (*Pinus sylvestris*L.) according to the indicators of the pigment composition of needles. *Bulletin of the Mari State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2013a, no. 1 (17), pp. 5–14. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Multivariate assessment of plus pine trees by the degree of xylem development. *Bulletin of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Natural, technical, and economic sciences*, 2012b, no. 07, pp. 9–14. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* On the question of assessing the overall combinational ability of plus trees of Scots pine. *Forestry Bulletin*, 2008, no. 6 (63), pp. 4–12. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N.* Polycross-test in determining the estimates of the general combinational ability of Scots pine. *Actual problems of the forest complex*. Ed. by E.A.

Pamfilov: Collection of scientific works on the results of the international scientific and technical conference, 2009c, iss. 22, pp. 10–14. (In Russ.)

*Besschetnova N.N.* Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Efficiency of selection of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2016. 464 p. (In Russ.)

*Besschetnova N.N.* Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Reproductive potential of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2015. 586 p. (In Russ.)

*Besschetnova N.N., Besschetnov V.P.* Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Morphometry and physiology of the needles of plus trees. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2014b. 369 p. (In Russ.)

*Besschetnova N.N., Besschetnov V.P.* Selection evaluation of plus trees of Scots pine by the yield of seeds from cones. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, 2014a, no. 2 (32), pp. 82–84. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Besschetnov P.V.* Content and balance of spare substances in the tissues of poplar shoots in the Nizhny Novgorod Volga region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehničeskoj Akademii*, 2020, iss. 232, pp. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Chernyh V.L.* Genotypic dissimilarity of plus trees of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) according to the physiological state of shoots. *Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2015, no. 4 (28), pp. 35–49. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Ershov P.V.* Genotypic conditionality of the pigment composition of the needles of plus trees of Norway spruce. *Russian Forestry Journal [IVUZ. Lesnoy zhurnal]*, 2019b, no. 1, pp. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63. (In Russian with English summary)

*Besschetnova N.N., Kulkova A.V.* The content of spare nutrients in the tissue cells of annual shoots of representatives of the genus spruce (*Picea* L.) in the conditions of the Nizhny Novgorod region. *Russian Forestry Journal*, 2019, no. 6, pp. 52–61. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52. (In Russian with English summary)

*Bobrov E.G.* History and systematics of larch trees. *Komarovsky readings*. L.: Nauka. Leningrad Branch, 1972, vol. 25, pp. 1–96. (In Russ.)

*Bondarenko A.S., Zhigunov A.V.* Statistical processing of forest research materials: Textbook St. Petersburg: Polytechnic University Press, 2016. 125 p. (In Russ.)

*Bonnet-Masimbert M., Pâques L.E., Baldet P., Philippe G.* From flowering to artificial pollination in larch for breeding and seed orchard production. *The Forestry Chronicle*, 1998, vol. 74, iss. 2, pp. 195–202. DOI:10.5558/tfc74195-2

*Casella E., Sinoquet H.* Botanical determinants of foliage clumping and light interception in two-year-old coppice poplar canopies: assessment from 3-D plant mock-ups. *Annals of Forest Science*, 2007, vol. 64, no. 4, pp. 395–404. DOI: 10.1051/forest:2007016

Colas F., Perron M., Tousignant D., Parent C., Pelletier M., Lemay P. A novel approach for the operational production of hybrid larch seeds under northern climatic conditions. *The Forestry Chronicle*, 2008, vol. 84, iss. 1, pp. 95–104. DOI: 10.5558/tfc84095-1

Danek M., Chuchro M., Walanus A. Variability in Larch (*Larix Decidua* Mill.) Tree-Ring Growth Response to Climate in the Polish Carpathian Mountains. *Forests*, 2017, vol. 8, iss. 10, Article number 354, pp. 354(1–22). DOI: 10.3390/f8100354

Dumais D., Prévost M. Physiology and growth of advance *Picea rubens* and *Abies balsamea* regeneration following different canopy openings. *Tree Physiology*, 2014, vol. 34, iss. 2, pp. 194–204. DOI: 10.1093/treephys/tpt114

Ershov P.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multivariate assessment of plus trees of European spruce (*Picea abies*) by the pigment composition of needles. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2018, iss 233, pp. 78–99. (In Russian with English summary)

Esichev A.O. Comparative assessment of the range of clones of Sukachev's larch (*L. Sukaczewii* Djil.) plus trees on a forest seed plantation in the Nizhny Novgorod region. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2016, no. 3 (59), pp. 66–68. (In Russian with English summary)

Esichev A.O. Correlation of signs of the pigment composition of needles of representatives of the genus larch (*Larix* Mill.) in the arboretum of the Sergachsky forestry of the Nizhny Novgorod region. *Russian Forestry Journal*, 2018, no. 3, pp. 43–53. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.43. (In Russian with English summary)

Esichev A.O., Besschetnova N.N. Dynamics of the physiological state of representatives of the genus larch (*Larix* Mill.) at introduction. *Innovative developments of young scientists in the field of agriculture*. Proceedings of the All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 85th Anniversary of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy: Nizhny Novgorod, December 15, 2015. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2016, pp. 14–18. (In Russ.)

Esichev A.O., Besschetnova N.N. Variability of the pigment composition of needles of clones of plus trees of Sukachev's larch (*L. Sukaczewii* Djil. spec. nov.) in the assortment of forest-seed plantations on the example of the Nizhny Novgorod region. *Economic aspects of the development of agriculture and forestry. Forestry of the Union State of Russia and Belarus: Materials of the international scientific and practical conference: Nizhny Novgorod, September 26, 2019.* / under the general ed. Besschetnova N.N. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2019, pp. 156–164. (In Russ.)

Gornall J.L., Guy R.D. Geographic variation in ecophysiological traits of black cottonwood (*Populus trichocarpa*). *Canadian Journal of Botany*, 2007, vol. 85, no. 12, pp. 1202–1213, DOI: 10.1139/B07-079

Kishchenko I.T. Siberian larch on the western border of the area. *Principles of ecology*, 2015, no. 2, pp. 55–65. DOI: 10.15393/j1. art. 2015. 4142. (In Russian with English summary)

Kulkova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multiparametric assessment of the taxonomic proximity of spruce species (*Picea* A. Dietr.) by the pigment composition of needles. *Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2018a, no. 1 (37), pp. 5–18. (In Russian with English summary)

Kulkova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Multiparametric analysis in assessing the species specificity of representatives of the genus spruce (*Picea*). *Russian Forestry Journal*, 2018b, no. 6, pp. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23. (In Russian with English summary)

Kulkova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Seasonal changes in the pigment composition of needles of representatives of the genus spruce in the Nizhny Novgorod region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehničeskoj Akademii*, 2021, iss. 235, pp. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39. (In Russian with English summary)

Kupriyanov N.V. Experience of growing larch in culture in the Gorky region. *Russian Forestry Journal*, 1969, no. 1, pp. 39–43. (In Russ.)

Kupriyanov N.V., Veretennikov S.S., Shishov V.V. Forests and forestry of the Nizhny Novgorod region. Nizhny Novgorod: Volgo-Vyatskaya Book Publishing House, 1995. 348 p. (In Russ.)

Mamaev S.A. On problems and methods of intraspecific systematics of woody plants: II. Amplitude of variability. *Patterns of form formation and differentiation of species in woody plants: Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the USSR Academy of Sciences*, 1969, iss. 60, pp. 3–38. (In Russ.)

Markiewicz P. Problems with seed production of European larch in seed orchards in Poland. *Seed orchards: Proceedings from a conference at Umeå, Sweden, 26–28 September 2007*. Uppsala, Sweden: Publikationstjänst, 2008, pp. 161–164.

Mihai G., Teodosiu, M. Genetic diversity and breeding of larch (*Larix decidua* Mill.) in Romania. *Annals of Forest Research*, 2009, vol. 52, no. 1, pp. 97–108, DOI: 10.15287/af.2009.126

Milyutin L.I. Biodiversity of larch trees in Russia. *Coniferous of boreal zone*, 2003. Iss. 1, pp. 6–9. (In Russ.)

Nagaike T., Hayashi A., Kubo M. Diversity of naturally regenerating tree species in the overstorey layer of *Larix kaempferi* plantations and abandoned broadleaf coppice stands in central Japan. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 2010, vol. 83, iss. 3, pp. 285–291. DOI: 10.1093/forestry/cpq011

Repáč I., Tučeková A., Sarvašová I., Vencurik J. Survival and growth of outplanted seedlings of selected tree species on the High Tatra Mts. windthrow area after the first growing season. *Journal of Forest Science*, 2011, vol. 57, iss. 8, pp. 349–358. DOI: 10.17221/130/2010-JFS

Sigurdsson B.D., Magnusson B., Elmarsdottir A., Bjarnadottir B. Biomass and composition of understory vegetation and the forest floor carbon stock across Siberian

larch and mountain birch chronosequences in Iceland. *Annals of Forest Science*, 2005, vol. 62, no. 8, pp. 881–888. DOI: 10.1051/forest:2005079

*Sukachev V.N.* To the history of larch development. *Forest business*. M.; L.: New Village, 1924, pp. 12–44. (In Russ.)

*Ulitin M.M.* Comparative assessment of the variability of morphological parameters of Siberian larch cones in the protective strips of the Nizhny Novgorod region. *Growth and reproduction of scientific personnel in agriculture and forestry*. All-Russian Scientific and Practical Internet conference with international participation for students and young scientists: Nizhny Novgorod, December 18–29, 2019 / under the general editorship of N.N. Besschetnova. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2019b, pp. 131–136. (In Russ.)

*Ulitin M.M.* Interdependence of morphological indicators of Siberian larch cones in the protective strips of the Nizhny Novgorod region. *Actual problems of the forest complex*, 2019a, no. 55, pp. 50–52. (In Russ.)

*Ulitin M.M., Besschetnov V.P.* Comparative assessment of the taxation indicators of forest crops of Siberian larch (*Larix sibirica*) during introduction in the Nizhny Novgorod region. *Russian Forestry Journal*, 2020, no. 6, pp. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41. (In Russian with English summary)

*Ulitin M.M., Besschetnov V.P., Ornatsky A.N.* Morphological indicators of Siberian larch cones in the protective strips of the Nizhny Novgorod region. *Economic aspects of the development of agriculture and forestry. Forestry of the Union State of Russia and Belarus: mater. of the international scientific and practical conference: Nizhny Novgorod, September 26, 2019 / under the general ed. Besschetnova N.N.* Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2019, pp. 220–225. (In Russ.)

*Vilcan A., Mihalte L., Sestras A.F., Holonec L., Sestras R.E.* Genetic variation and potential genetic resources of several Romanian larch populations. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 2017, vol. 41, no. 1, pp. 82–91. DOI:10.3906/tar-1610-57

*Williams G.M., Nelson A.S., Affleck D.L.R.* Vertical distribution of foliar biomass in western larch (*Larix occidentalis*). *Canadian Journal of Forest Research*, 2018, vol. 48, no. 1, pp. 42–57. DOI: 10.1139/cjfr-2017-0299

*Материал поступил в редакцию 17.09.2021*

---

**Улитин М.М., Бессчетнов В.П.** Эффективность создания лесных культур лиственницы Сукачева в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 131–150. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.237.131-150

Изучали таксационные показатели лесных культур лиственницы Сукачева, заложенных в 1986 г. на юго-западной границе естественного распространения

вида в Сергачском межрайонном лесничестве Нижегородской области. Координаты первого участка N 55.541378, E 45.471119; второго – N 55.541388, E 45.471125. Получена оценка эффективности их создания в указанном регионе. Методологической основой рабочих методик служил принцип единственного логического различия. Работа выполнялась полевым стационарным методом. Характеристика культур лиственницы давалась по результатам натурного обследования. Пробные площади закладывали в соответствии с действующим отраслевым стандартом. Подтверждена благоприятность лесорастительных условиях для естественного произрастания лиственницы Сукачева и широкие возможности интродукции близкородственных видов. Обнаружена неодинаковая изменчивость таксационных показателей. В частности, по диаметру ствола и его высоте она незначительна и отнесена преимущественно к низкому уровню: на первом участке 14,21% и 11,34%; на втором – 17,11 и 9,16% соответственно. По другим признакам изменчивость выше (чаще средний и повышенный уровень) и в ряде случаев достигает высокого (объем ствола) и очень высокого (коэффициент асимметрии кроны) уровня. Зафиксированы существенные различия между участками лесных культур по большинству таксационных показателей, подтвержденные дисперсионным анализом. Эффект их влияния на общий фон фенотипической дисперсии неодинаков. По диаметру ствола он минимален и составил  $6,68 \pm 1,37\%$ . Наибольшие оценки получены по расстоянию до первого живого сучка –  $30,42 \pm 1,05\%$ . Определено, что лесные культуры лиственницы Сукачева, созданные в Нижегородской области, достигая к возрасту 34 высоты 14 – 15 м, формируют насаждения первого класса бонитета.

Ключевые слова: лиственница Сукачева, лесные культуры, таксационные показатели, изменчивость, дисперсионный анализ.

**Ulitin M.M., Besschetnov V.P.** Seasonal changes in the pigment composition of needles of representatives of the genus spruce in the Nizhny Novgorod region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnikeskoj Akademii*, 2021, iss. 237, pp. 131–150 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.237.131-150

We studied the taxation indicators of forest crops of Sukhdev larch, laid in 1986 on the south-western border of the natural distribution of the species in the Sergachsky interdistrict forestry of the Nizhny Novgorod region. The coordinates of the first section are N 55.541378, E 45.471119; the second section is N 55.541388, E 45.471125. An assessment of the effectiveness of their creation in the specified region was obtained. The methodological basis of the working methods was the principle of the only logical difference. The work was carried out by the field stationary method. The characteristics of larch crops were given based on the results of a field survey. The test areas were laid in accordance with the current industry standard. The favorable forest conditions for the natural growth of Sukachev larch and the wide opportunities for the introduction of closely related species were confirmed. Unequal variability of

taxation indicators was found. In particular, in terms of trunk diameter and height, it is insignificant and is mainly attributed to the low level: in the first section, 14.21% and 11.34%; in the second-17.11 and 9.16%, respectively. According to other signs, the variability is higher (more often the average and increased level) and in some cases reaches a high (trunk volume) and very high (crown asymmetry coefficient) level. Significant differences between forest crop plots were recorded in most of the taxation indicators, which were confirmed by the analysis of variance. The effect of their influence on the general background of the phenotypic variance is not the same. By the diameter of the trunk, it is minimal and amounted to  $6.68 \pm 1.37\%$ . The highest estimates were obtained for the distance to the first live knot –  $30.42 \pm 1.05\%$ . It is determined that the forest cultures of Sukachev larch, created in the Nizhny Novgorod region, reaching a height of 14-15 m by the age of 34, form plantings of the first class of bonitet.

**Keywords:** Sukhdev larch, forest crops, taxation indicators, variability, ANOVA.

---

**УЛИТИН Михаил Михайлович** – аспирант кафедры лесных культур Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. ResearcherID (WoS) AAX-4328-2020, ORCID 0000-0001-6226-5547, SPIN-код: 9737-3976.

603107, пр. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия. E-mail: ulitin2016@bk.ru.

**ULITIN Mikhail M.** – Postgraduate student at the Department of Forest Plantations, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. ResearcherID (WoS) AAX-4328-2020, ORCID 0000-0001-6226-5547, SPIN-code: 9737-3976.

603107. Gagarina av. 97. Nizhny Novgorod. Russia. E-mail: ulitin2016@bk.ru.

**БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович**, заведующий кафедрой лесных культур Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, доктор биологических наук, профессор. ResearcherID (WoS): S-5889-2016, ORCID: 0000-0001-5024-7464, SPIN-код: 2031-5241.

603107, пр. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия. E-mail: lesfak@mail.ru.

**BESSHETNOV Vladimir P.** – DSc (Biological) Head of the Department of Forest Plantations of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Professor. ResearcherID (WoS): S-5889-2016, ORCID: 0000-0001-5024-7464, SPIN-code: 2031-5241.

603107. Gagarina av. 97. Nizhny Novgorod. Russia. E-mail: lesfak@mail.ru.