

1. ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*182.47/.48: 630*228: 582.632.1(470.22)

**Л.В. Ветчинникова, А.Ф. Титов, Е.Э. Костина, О.С. Серебрякова,
А.В. Жигунов**

ОСОБЕННОСТИ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА, СФОРМИРОВАННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ НАСАЖДЕНИЙ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАОНЕЖЬЯ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Введение. Карельская береза является одним из самых известных аборигенных представителей европейской лесной дендрофлоры, которая благодаря своей высокоценной узорчатой древесине многие десятилетия привлекает к себе внимание. В силу ограниченности ее ресурсов в 50-е гг. в нашей стране были начаты работы по созданию лесных культур [Соколов, 1950; Евдокимов, 1989; Hagqvist, Mikkola, 2008; Hynynen et al., 2010]. Наиболее активно они проводились в Республике Карелия, где к 1986 г. их общая площадь составила свыше 5 тыс. га [Щурова, 2011]. Однако позднее оказалось, что создание лесных культур не оправдало связанные с ними ожидания. Среди основных причин этого считается низкая конкурентоспособность карельской березы, причем не только с древесными [Любавская, 1978; Евдокимов, 1989; Ветчинникова, Титов, 2020а, б], но и травянистыми [Ветчинникова и др., 2013] растениями, так как на ранних этапах развития искусственные насаждения карельской березы могут страдать именно от зарастания травянистой растительностью.

В настоящее время хорошим примером воспроизводства карельской березы являются культуры плантационного типа, находящиеся в Республике Карелия на территории Заонежской лесосеменной плантации (ЛСП), посадочный материал которых получен из семян от контролируемого опыления с организацией регулярных уходов в течение 7–10 лет от начала их создания. Данная территория представляет особый интерес для изучения формирования напочвенного покрова и оценки его состояния, так как при создании плантаций с использованием тяжелой техники обычно полно-

стью удаляют древесную растительность (надземную и подземную части) и крупные камни, а поверхность грунта выравнивается. Такого рода работы неизбежно влекут за собой значительные изменения в природном биоценозе, включая почву, которая является одним из главных его компонентов. В результате формируется нарушенная территория, сходная с техногенным ландшафтом [Bremer, Farley, 2010; Желдак, 2017], а естественное восстановление живого напочвенного покрова в дальнейшем может происходить по типу первичной или вторичной сукцессии в зависимости от степени повреждения почвы. Определенный опыт использования карельской березы при рекультивации нарушенных территорий имеется в Московской области [Казанцева, Васильева, 2006] и в Карелии [Соколов, 2010; Костина и др., 2021]. Однако полученные при этом результаты если и затрагивают вопросы формирования напочвенного покрова, то характеризуют, как правило, техногенные пустоши, образующиеся в результате открытой добычи полезных ископаемых.

В связи с вышеизложенным основной целью данной работы явилось изучение особенностей живого напочвенного покрова, сформированного под влиянием насаждений карельской березы, который, в свою очередь, являясь важным компонентом нового биоценоза, оказывает существенное влияние на рост и развитие всех произрастающих здесь деревьев.

Методика исследования. Объектом исследования послужили искусственно созданные насаждения карельской березы (*Betula pendula* Roth var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti), расположенные на Заонежской ЛСП в Медвежьегорском районе Республики Карелия. Район исследования расположен в денудационно-тектоническом грядовом (сельговом) среднезаболоченном типе ландшафта среднетаежной подзоны Восточной Фенноскандии с преобладанием сосновых местообитаний [Сельговые..., 2013]. Благодаря богатым почвам и небольшой заболоченности леса Заонежья отличаются высокой продуктивностью [Материалы ..., 2013]. Обследуемая территория располагается в Заонежском флористическом районе [Раменская, 1983] или в восточной части биогеографической провинции *Karelia onegensis* (Kon) [Кравченко, 2007] и характеризуется широким флористическим и ценотическим разнообразием растительного покрова [Раменская, 1960, 1983].

На Заонежской ЛСП карельская береза представлена на нескольких участках. В данной публикации приводятся результаты, полученные в ходе исследования живого напочвенного покрова на участках (полях) 2 и 10,

обозначенных в данной работе для удобства как участки 1 и 2, соответственно.

Первый участок (поле 2) карельской березы общей площадью 4,8 га создан в 1987 г. и сформирован из двух частей. Исследования выполнены на одной из них, площадь которой составляет более 3 га. При создании участка согласно паспорту ЛСП было высажено 2240 растений карельской березы, полученных от контролируемого опыления (сибсовое потомство 20 вариантов скрещивания). Посадка растений осуществлялась по 2 шт. в одно посадочное место с размещением на площади 5×8 м (в ряду и между рядами соответственно). Для оценки внутривидового разнообразия гибридных семей нами отобрано потомство одной пары скрещивания карельской березы, представленное 89 деревьями, произрастающими в разных частях участка 1. К настоящему времени возраст данного насаждения составляет 35 лет. Почвенный покров к моменту создания ЛСП был представлен дерново-среднеподзолистыми почвами со следующим генетическим строением: А0 (0–4) – дерновина хорошо выражена; А1 (5–9) – гумусово-аккумулятивный горизонт, коричневатого-серого цвета с крупными темными затеками гумуса, рыхлый, комковатый; А2 (10–20) – подзолистый, белесый, песчаный, комковатый, слабо уплотненный; В (21–43) – аллювиальный, коричневый с охристо-ржавыми вкраплениями, переход слабо выражен; С (43–>) – светло-бурый песок с крупными вкраплениями черного и белого цвета [Рабочий проект ..., 2003]. Содержание гумуса в пахотном горизонте (0–20 см) варьировало от 1,2 до 2,4% мг/100 г почвы. Низкие значения отмечены также по содержанию подвижного калия (от 3,2 до 4,1 мг/100 г почвы) и фосфору (от 2,2 до 4,7 мг/100 г почвы) [Рабочий проект ..., 2003].

Второй участок (поле 10) площадью 7,0 га был заложен в 2006 г. На данном участке согласно паспорту ЛСП было высажено 3500 растений (сибсовое потомство, 18 вариантов контролируемого опыления) также по 2 шт. в одно посадочное место с размещением на площади по схеме 5×8 м (в ряду и между рядами соответственно). Для оценки внутривидового разнообразия гибридных семей здесь также было отобрано потомство одной пары скрещивания карельской березы, представленное 111 деревьями, произрастающими в трех рядах, расположенных в разных частях участка. К настоящему времени возраст насаждения достиг 15 лет. Почвенный покров к моменту его создания был представлен среднеподзолистой супесчаной почвой, где А0 (0–4) – моховая подстилка, коричневая, слегка минерализованная в нижней части; А (5–20) – подзолистый, белесый, с темными

пятнами гумуса, слабо уплотненный, песчаный, единично крупный щебень; В (21–75) – аллювиальный, желтый, в средней части темно-коричневый, в нижней части появляются палевые тона, по профилю желто-бурые пятна, песчаный, встречается щебень и камни; С (43–>) – светло-бурый песок с крупными вкраплениями черного и белого цвета [Рабочий проект ..., 2003].

У всех деревьев, входящих в состав отобранных гибридных семей, фиксировали форму роста (высоко-, короткоствольная, кустообразная или кустарниковая). Высоту определяли с помощью высотомера Suunto РМ-5/1520 РС, а диаметр ствола – мерной вилкой с двух сторон дерева на высоте 1,3 м от шейки корня или 0,5 м – в случае кустообразной формы роста.

Геоботаническое описание проводили по общепринятой методике, которое включало выявление видового состава и степень проективного покрытия живого напочвенного покрова в целом и каждого вида в отдельности. Для этого на обоих участках закладывали по пять площадок размером 1×1 м. Названия видов и их принадлежность к аборигенной или адвентивной части флоры приведены согласно «Конспекту флоры Карелии» [Кравченко, 2007]. Для характеристики аборигенных видов использовали эколого-ценотическую оценку, предложенную М.Л. Раменской [1983]. Экологическая характеристика видов дана с учетом экологических шкал Элленберга [Ellenberg, 1974, 1996], Ландольта [Landolt, 1977] и Д.Н. Цыганова [Цыганов, 1983] согласно сайту www.plantarium.ru [Плантариум...].

Результаты исследования. Исследование показало, что к настоящему времени на изученных участках 1 и 2 сохранность растений карельской березы составляет соответственно 60 и 70%. Это обусловлено тем, что ранее здесь были проведены лесоводственные уходы, которые включали рубку лиственной поросли и хвойного подроста, а местами и наиболее крупных «безузорчатых» деревьев карельской березы. По средним значениям высота 35-летних деревьев карельской березы (участок 1) в целом превышает 15-летние (участок 2) в 1,8 раза, а по диаметру ствола – в 2,2 раза (табл. 1, рис. 1). По форме роста около половины из них (54 и 46% на участках 1 и 2 соответственно) являются высокоствольными. При этом благодаря низкой густоте посадки (~460 шт/га) и своевременному проведению уходов в насаждениях отсутствует конкуренция деревьев карельской березы не только с другими древесными растениями, но и между собой.

Таблица 1

**Ростовые показатели деревьев сибового потомства карельской березы
в возрасте 35-ти (участок 1) и 15-ти лет (участок 2)**

**Growth parameters of curly birch sib progeny trees aged 35 (plot 1)
and 15 (plot 2) years**

Показатель	Высота деревьев, м		Диаметр (на высоте 1,3 м), см	
	Tree height, m		Diameter (at 1.3 m height), cm	
Parameter	участок 1	участок 2	участок 1	участок 2
	plot 1	plot 2	plot 1	plot 2
Количество деревьев, шт.	89	111	76	71
Number of trees				
Средние значения	8,9±2,4	5,0±2, 5	15,2±5,3	6,8±4,3
Means				
Размах изменчивости	4,1–14,6	1,2–10,6	2,9–30,0	1,5–19,3
Variation range				
C (V), %	27,3	48,8	34,9	63,6

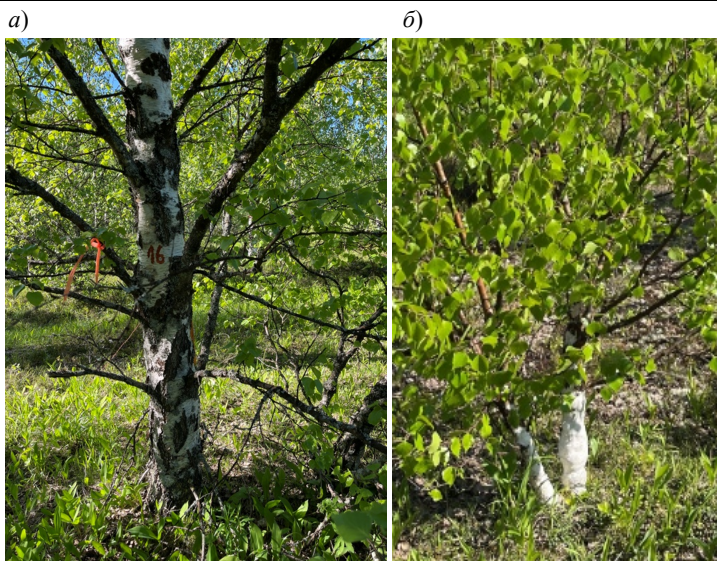


Рис. 1. Деревья карельской березы на территории Заонежской ЛСП
в возрасте 35-ти (участок 1) (а) и 15-ти лет (участок 2) (б)

Fig. 1. Curly birch trees in the Zaonezhye seed orchard at 35 (plot 1) (a)
and at 15 (plot 2) (b) years of age

Таблица 2

**Видовой состав и проективное покрытие (в %) сосудистых растений
в насаждениях карельской березы на Заонежской ЛСП**

**Species composition and cover (%) of vascular plants
in curly birch plantations in the Zaonezhye seed orchard**

Вид растений	Участок		ЭЦГ	Экологические группы по отношению		
	Plot			Ecological groups in relation		
	1	2		ECG	к освещенности	к влажности
to light			to moisture		to soil fertility	
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	<1	6	Гел	К-М	Ме
<i>Angelica sylvestris</i> L.	0	<1	1	С-Сц	М-Г	Эв
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	<1	0	2	Гел	М	Ме-Эв
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.	10	5	2	С-Гел	К-М	Ол
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	20	5	2	С-Сц	М	Ме
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	20	40	3	Гел	К-М	Ол
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	0	<1	5	С-Гел	М-Г	Ме
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	<1	0	адв	Гел	К-М	Ме
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	3	5	2	Гел	М-Г	Эв
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	<1	0	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
<i>Convallaria majalis</i> L.	15	5	1	Гел	М	Ме
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	<1	0	2	С-Сц	М-Г	Ме-Ол
<i>Fragaria vesca</i> L.	2	<1	2	С-Гел	М	Ме-Эв
<i>Galium album</i> Mill.	<1	0	адв	С-Гел	М	Ме-Эв
<i>Geranium silvaticum</i> L.	<1	0	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.		<1	2	С-Сц	М	Ме
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	<1	0	2	Сц	К-М	Ол
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	3	<1	2	С-Гел	М	Ме
<i>Melica nutans</i> L.	0	<1	1	С-Сц	М-Г	Ме
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	<1	0	4	С-Гел	М	Ме-Ол

Окончание табл. 2

Вид растений	Участок		ЭЦГ	Экологические группы по отношению		
	Plot			Ecological groups in relation		
Species	1	2	ECG	к освещенности	к влажности	к почвенному
				to light	to moisture	плодородию
				to soil fertility		
<i>Pilosella officinarum</i> F. Schultz et Sch. Bip.	<1	<1	3	С-Гел	К-М	Ме
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	<1	0	6	С-Гел	М	Ме-Ол
<i>Rubus idaeus</i> L.	<1	<1	2	С-Гел	М	Эв
<i>Rubus saxatilis</i> L.	<1	0	2	С-Гел	М-Г	Ме-Эв
<i>Solidago virgaurea</i> L.	<1	<1	2	С-Гел	М	Ме
<i>Trientalis europaea</i> L.	<1	0	2	С-Сц	М-Г	Ме
<i>Trommsdorffia maculata</i> (L.) Bernh.	<1	<1	3	Гел	К-М	Ме
<i>Urtica dioica</i> L.	<1	0	1	С-Гел	М-Г	Эв
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	<1	0	2	С-Гел	М	Ме-Эв
<i>Veronica officinalis</i> L.	0	<1	3	С-Гел	М	Ме-Эв
<i>Viola canina</i> L.	<1	<1	6	С-Гел	М	Ме
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	<1	10	4	С-Гел	М	Ме-Ол
Итого сосудистых	28	19				
Total vascular plants						

Примечание. Здесь и на рис. 2: ЭЦГ (эколого-ценотические группы): 1 – лесные эвтрофные мезо-гигрофиты сциофиты; 2 – лесные мезо-олиготрофные мезофиты сциофиты-семигелиофиты; 3 – лесные олиготрофные ксерофиты-гелиофиты; 4 – лесные виды с широкой экологической амплитудой; 5 – болотные эу-мезотрофы; 6 – луговые мезо-гигрофиты; адв – адвентивные виды. Здесь и на рис. 3: Экологические группы: по отношению к освещенности: Гел – гелиофит, С-Гел – семигелиофит, С-Сц – семисциофит, Сц – сциофит; по отношению к влажности: К-М – ксеро-мезофит, М – мезофит, М-Г – мезо-гигрофит, Г – гигрофит; по отношению к плодородию почвы: Ол – олиготроф, Ме-Ол – мезо-олиготроф, Ме – мезотроф, Ме-Эв – мезо-эвтроф, Эв – эвтроф.

Note. Here and in Fig. 2: ECG (ecological-coenotic groups): 1 – forest-dwelling eutrophic meso-hygrophytic sciophyte; 2 – forest-dwelling meso-oligotrophic mesophytic sciophyte-semiheliophyte; 3 – forest-dwelling oligotrophic xerophytic heliophyte; 4 – forest-dwelling species with a wide ecological amplitude; 5 – meso-eutrophic mire species; 6 – meso-hygrophytic meadow plants; адв – non-native species.

Here and in Fig. 3: Ecological groups: in relation to light: Гел – heliophytes, С-Гел – semiheliophytes, С-Сц – semisciophytes, Сц – sciophytes; in relation to moisture: К-М – xero-mesophytes, М – mesophytes, М-Г – meso-hygrophytes, Г – hygrophytes; in relation to soil fertility: Ол – oligotrophic, Ме-Ол – meso-oligotrophic, Ме – mesotrophic, Ме-Эв – meso-eutrophic, Эв – eutrophic.

Результаты исследования показывают, что общее проективное покрытие (ОПП) живого напочвенного покрова на изученных участках в среднем составляет 70%. На обоих участках в целом выявлено 38 видов, из них 32 – сосудистые растения, 4 – лишайники, 2 – мхи (табл. 2). Большинство видов сосудистых растений (30, или 93,7%) являются аборигенными и лишь 2 (6,3%) – адвентивными. К последним относятся *Centaurea scabiosa* (центаурея шероховатая) и *Galium album* (подмаренник белый), которые были зафиксированы только в нижней части склона в 35-летнем насаждении (участок 1). Оба они относятся к натурализовавшимся видам. Центаурея, как правило, непреднамеренно заносится человеком и в дальнейшем расселяется по вторичным местообитаниям, а подмаренник распространяется по территории самостоятельно и может легко внедряться в полустественные и естественные сообщества [Кравченко, 2007].

Из древесных видов на изученной территории единично встречались: в подлеске – ивы (*Salix caprea*, *S. phylicifolia*), ольха серая (*Alnus incana*) и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), а в подросте – ель европейская (*Picea abies*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза пушистая и береза повислая (*B. pubescens* и *B. pendula*).

Несмотря на некоторое сходство в составе напочвенного покрова, сравнительный анализ позволил выявить определенные особенности каждого из участков. В частности, на территории 35-летнего насаждения (участок 1) зафиксировано 28 видов сосудистых растений (табл. 2) и по 2 вида мхов и лишайников. К настоящему времени основными видами здесь являются *Calluna vulgaris* (вереск обыкновенный) (20% от общего проективного покрытия), *Calamagrostis arundinacea* (вейник тростниковый) (20%), *Convallaria majalis* (ландыш майский) (15%), а также *Avenella flexuosa* (овсяночка извилистая) (10%). Остальные виды встречаются единично.

В травяно-кустарничковом ярусе 15-летнего насаждения карельской березы (участок 2) обнаружено только 19 видов сосудистых растений, среди которых преобладают *Calluna vulgaris* (вереск обыкновенный) (40%) и *Vaccinium vitis-idaea* (брусника обыкновенная) (10%) (табл. 2). По сравнению с участком 1 более широко здесь представлены мхи – *Polytrichum juniperinum* (политрихум можжевельниковидный) (20%), *Pleurozium schreberi* (плевроциум Шребера) (5%) и лишайники рода *Cladonia* (кладония) (5%). Остальные виды встречаются единично.

Эколого-ценотический анализ аборигенной фракции видового состава травяно-кустарничкового яруса показал, что большинство видов (26 видов

или 81% от общего числа), произрастающих на ЛСП в насаждениях с участием карельской березы, являются лесными (табл. 2), из них 16 видов (50% от общего числа) – мезо-олиготрофные мезофиты сциофиты-семигелиофиты – чаще встречаются в более богатых сосняках; 4 (12,5%) – олиготрофные ксерофиты-гелиофиты, наоборот, в сухих сосняках, растущих на бедных почвах; еще 4 – эвтрофы мезо-гигрофиты сциофиты – характерны для богатых еловых сообществ и только 2 вида (6,3%) – с широкой экологической амплитудой. Здесь же зафиксированы 3 (9,4%) вида луговых мезо-гигрофитов и 1 (3,1%) – болотный эу-мезотроф. Добавим также, что среди сосудистых растений только 9 (28,1%) видов являются апофитами, которые, как правило, распространяются по территориям, включая нарушенные местообитания, самостоятельно. Следует отметить, что именно на участке 1 встречаются выявленные на ЛСП два адвентивных вида (центаурея и подмаренник), но отсутствуют болотные (рис. 2). На участке 2, наоборот, адвентивные виды не зафиксированы, но обнаружен один болотный вид (осока черная).

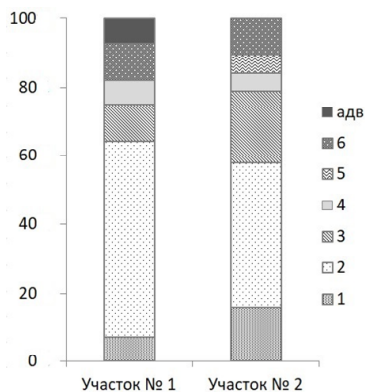


Рис. 2. Соотношение эколого-ценотических групп в видовом составе сосудистых растений живого напочвенного покрова (в % от общего числа видов) в 35-летних (участок 1) и 15-летних (участок 2) насаждениях карельской березы

Fig. 2. Proportions of ecological-coenotic groups in the species composition of vascular plants in the ground vegetation (% of the total number of species) in curly birch stands aged 35 years (plot 1) and 15 years (plot 2)

По отношению к освещенности на изученных участках в травяно-кустарничковом ярусе преобладают светолюбивые виды – семигелиофиты (18 видов или 56% от их общего числа) (рис. 3, А). Очевидно это обусловлено довольно редким размещением растений карельской березы на занимаемой площади при организации плантации, в результате которого на всем участке, и особенно в междурядьях, сложились благоприятные по освещенности условия для формирования живого напочвенного покрова. Вместе с тем на участке 1 зафиксирован теневыносливый вид *Лусородиум clavatum* (плаун булавовидный), который не обнаружен на участке 2.

По отношению к почвенному увлажнению (рис. 3, б) на обоих участках в видовом составе преобладают мезофиты – 47% (15 видов), мезогигрофиты составляют 31% (10 видов), а ксеро-мезофиты – 22% (7 видов). При этом в 35-летнем насаждении (участок 1), по сравнению с 15-летним (участок 2), участие мезо-гигрофитов в напочвенном покрове было заметно выше (рис. 3, б).

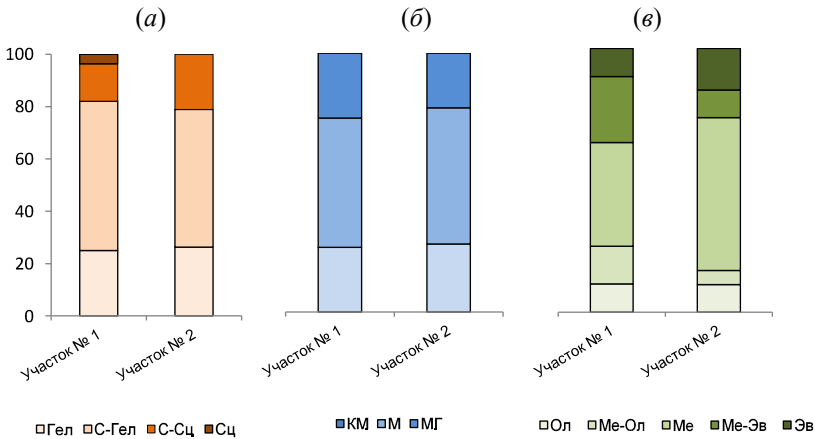


Рис. 3. Соотношение видов сосудистых растений в живом напочвенном покрове (в % от общего числа видов), сформировавшемся в разновозрастных насаждениях карельской березы на ЛСП, по отношению к освещенности (а), влажности (б) и плодородию почвы (в)

Fig. 3. Proportions of vascular plant species (% of the total number of species) in the ground vegetation formed in curly birch plantations of different age in the seed orchard in relation to light (a), moisture (б), and soil fertility (в)

Существенные различия между изученными участками обнаружены в видовом составе травяно-кустарничкового яруса по их отношению к почвенному плодородию (рис. 2, в). Несмотря на то, что на обоих участках преобладали мезотрофы (от 40 до 58%), на участке 1 среди видов отмечен высокий процент мезо-эвтрофов и эвтрофов (суммарно 35,7% от общего числа видов), а на участке 2 их было значительно меньше (26,3%).

На наш взгляд, особенности, выявленные между насаждениями карельской березы по видовому составу живого напочвенного покрова, обусловлены, прежде всего, разной продолжительностью его формирования на фоне происходящих изменений почвенных условий. Например, увеличение доли эвтрофных видов, скорее всего, произошло за счет регулярного поступления в почву опада березы. Более того, в 35-летнем насаждении опад включал более длительное накопление не только листьев и отмерших частей (например, веток) березы, но и травяно-кустарничковой растительности. Ранее выполненные исследования [Солодовников, 2015] также свидетельствуют, что богатый питательными веществами опад березы благоприятно влияет на плодородность почв в таежной зоне.

Изменение доли свето- и теневыносливых видов в целом не столь очевидно, но появление сциофитов на участке 1 может указывать на изменение условий освещения в связи с ростом и развитием произрастающих здесь деревьев карельской березы и, соответственно, частичным смыканием их крон.

На структуре живого напочвенного покрова отразилась и неоднородность рельефа, отмеченная на участке 1, поскольку при его организации часть его оказалась расположенной в низинной части плантации с избыточным увлажнением [Рабочий проект ..., 2003]. Тем не менее, спустя 35 лет живой напочвенный покров здесь характеризуется значительным преобладанием мезофитов. По-видимому, снижению влажности почвы способствовало дренирующее действие корневых систем, характерное для березы [Тарасова и др., 2003]. В целом к настоящему времени здесь сформировалась мозаичность растительного покрова, где присутствуют моновидовые разреженные куртины лишайников рода *Cladonia*, мхов рода *Polytrichum*, а также сосудистых растений *Calluna vulgaris* (вереск обыкновенный), *Chamaenerion angustifolium* (иван-чай узколистный), что может свидетельствовать о незавершенности процесса формирования структуры напочвенного покрова.

Следует учитывать и то обстоятельство, что источником появления здесь новых видов продолжает оставаться ненарушенный участок леса с

естественным почвенно-растительным покровом, непосредственно граничащий с опытными участками. Он представляет собой березняк разнотравный, в живом напочвенном покрове которого имеются не только те виды, треть из которых отмечена на изученных участках, но и другие, например, *Vaccinium myrtillus* (черника обыкновенная) и *Maianthemum bifolium* (майник двулистный).

Выводы. 1. Исследование показало, что живой напочвенный покров, сформировавшийся в разновозрастных насаждениях карельской березы (15-ти и 35-ти лет) на территории Заонежской ЛСП, характеризуется довольно высоким проективным покрытием (70%). При этом на территории 35-летнего насаждения обнаружено 28 видов сосудистых растений, а на территории 15-летнего насаждения – 19, среди которых в обоих случаях преобладает вереск обыкновенный, но с разной площадью проективного покрытия (20 и 40% соответственно).

2. В травяно-кустарничковом ярусе на обоих исследованных участках преобладают аборигенные лесные виды, предпочитающие светлые леса со средним уровнем почвенной влажности и плодородия.

3. Различия по видовому составу живого напочвенного покрова, выявленные между 15- и 35-летними искусственно созданными насаждениями карельской березы, обусловлены, прежде всего, разной продолжительностью его формирования, количеством поступавшего в почву опада березы (дополняемого опадом травяно-кустарничковой растительности), а также отчасти видовым составом растительности, произрастающей на сопредельной с ними ненарушенной лесной территории и, в некоторой степени – с неровностью микрорельефа.

4. Создание лесных культур плантационного типа является наиболее перспективным способом решения задачи воспроизводства карельской березы, поскольку здесь минимизированы отрицательные последствия ее конкурентных отношений как с другими древесными растениями (в результате регулярных уходов), так и с травянистой растительностью, а Заонежская ЛСП представляет собой хороший пример реинтродукции карельской березы в условия естественной среды (*in situ*). В дальнейшем она может использоваться не только в практическом плане, но и для решения различных научных задач, выступая, например, в качестве объекта для проведения ботанических, физиолого-биохимических или молекулярно-генетических исследований.

Исследование выполнено за счет средств Российского научного фонда (проект № 22-16-00096).

Библиографический список

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Особенности структуры популяций карельской березы // Успехи современной биологии. 2020б. Т. 140, № 6. С. 601–615. DOI: 10.31857/S0042132420050087

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Пространственная и возрастная структура популяций березы повислой и карельской березы // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2021. № 11. С. 22–38. DOI: 10.17076/eb1501

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф. Современное состояние ресурсов *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) // Растительные ресурсы. 2020а. Т. 56, № 1. С. 16–33. DOI: 10.31857/S0033994620010082

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Кузнецова Т.Ю. Карельская береза: биологические особенности, динамика ресурсов и воспроизводство. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 312 с.

Евдокимов А.П. Биология и культура карельской березы. Л.: ЛГУ, 1989. 228 с.

Желдак В.И. Лесные плантации в системе лесоводства // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 3 (35). С. 5–25. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.5.

Казанцева Е.В., Васильев С.Б. Карельская береза как один из перспективных видов для лесной рекультивации нарушенных земель // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2006. № 5 (47). С. 95–99.

Костина Е.Э., Крышень А.М., Геникова Н.В. Анализ видового состава сосудистых растений на отвалах и карьерах на территории Республики Карелия // Ботанический журнал. 2021. Т. 106, № 12. С. 1147–1166. DOI: 10.31857/S000681362112005X

Кравченко А.В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск, 2007. 403 с.

Любавская А.Я. Карельская береза. М., 1978. 158 с.

Материалы комплексного экологического обследования, обосновывающие организацию государственного Природного парка «Заонежский». 2013. 108 с.

Плонтариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007–2021. URL: <http://www.plantarium.ru>

Рабочий проект реконструкции лесосеменной плантации первого порядка в Заонежском лесхозе Республики Карелия. М., 2003. 127 с.

Раменская М.Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л., 1983. 203 с.

Раменская М.Л. Определитель высших растений Карелии. Петрозаводск, 1960. 485 с.

Сельговые ландшафты Заонежского полуострова: природные особенности, история освоения и сохранение. Петрозаводск, 2013. 180 с.

Соколов А.И. Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. 178 с.

Соколов Н.О. Карельская береза. Петрозаводск: Гос. изд. Карело-Финской ССР, 1950. 116 с.

Солодовников А.Н. Показатели плодородия почв под лиственными и хвойными лесами в среднетаежной подзоне Северо-Запада России // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. С. 150–151.

Тарасова Ю.В., Матвеев И.В., Орешкин Д.Г. Влияние одиночных берез (*Betula pendula* Roth) на характеристики почв некоторых растительных сообществ таежной зоны // Вестник СПбГУ. 2003. Сер. 3. Вып. 3 (№ 19). С. 37–46.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. 196 с.

Щурова М.Л. Состояние насаждений карельской березы в Республике Карелия // Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды: матер Междунар. конф. Петрозаводск. 2011. С. 306–309.

Bremer L.L., Farley K.A. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness // *Biodiversity and Conservation*. 2010. Vol. 19, no. 14. P. 3893–3915. DOI: 10.1007/s10531-010-9936-4

Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart. 1996. 1095 p.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen. 1974. 97 p.

Hagqvist R., Mikkola A. Visakoivun kasvatus ja käyttö. Hameenlinna. 2008. 168 p.

Hynynen J., Niemistö P., Viherä-Aarnio A., Brunner A., Hein S., Velling P. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in Northern Europe // *Forestry*. 2010. Vol. 83, no. 1. P. 103–119.

Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröff. Geobot. Inst. Zurich, ETH: 1977. H. 64. P. 1–208.

References

Bremer L.L., Farley K.A. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness. *Biodiversity and Conservation*, 2010, vol. 19, no. 14, pp. 3893–3915. DOI: 10.1007/s10531-010-9936-4

Cyganov D.N. [Phyto-indication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests]. M., 1983. 196 p. (In Russ.)

Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Stuttgart. 1996. 1095 p.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen. 1974. 97 p.

Evdokimov A.P. Biology and culture of Karelian birch. Leningrad: Leningrad University, 1989. 228 p. (In Russ.)

Hagqvist R., Mikkola A. Visakoivun kasvatus ja käyttö. Hameenlinna. 2008. 168 p.

Hynynen J., Niemistö P., Viherä-Aarnio A., Brunner A., Hein S., Velling P. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in Northern Europe. *Forestry*, 2010, vol. 83, no. 1, pp. 103–119.

Kazantseva E.V., Vasiliev S.B. Karelskaya bereza kak odin iz perspektivnykh vidov dlya lesnoy rekultivatsii narushennykh zemel' [Karelian birch as one of the promising species for forest recultivation of disturbed land]. *Forestry Bulletin*, 2006, no. 5 (47), pp. 95–99.

Kostina E.E., Kryshen' A.M., Genikova N.V. Analysis of the species composition of vascular plants in dumps and quarries in the republic of Karelia. *Botanicheskii zhurnal*, 2021, vol. 106, no. 12, pp. 3–22. DOI: 10.31857/S000681362112005X (In Russ.)

Kravchenko A.V. A compendium of Karelian flora (vascular plants). Petrozavodsk, 2007. 403 p. (In Russ.)

Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veroff. Geobot. Inst. Zurich, ETH*, 1977, h. 64, pp. 1–208.

Lyubavskaya A.Ya. Karelskaya bereza. [Curly birch]. M., 1978. 158 p. (In Russ.)

Plantarium: open on-line atlas and key to plants and lichens of Russia and neighbouring countries. 2007–2021: mater. kompleksnogo ekologicheskogo obsledovaniya, obosnovyvyayushchiye organizatsiyu gosudarstvennogo Prirodnogo parka «Zaonezhskiy» [Materials of a comprehensive environmental survey, substantiating the organization of the State Natural Park «Zaonezhsky»], 2013. 108 p. URL: <http://www.plantarium.ru/> (In Russ.)

Rabochiy proyekt rekonstruktsii lesemennoy plantatsii pervogo poryadka v Zaonezhskom leskhoze Respubliki Kareliya [Detailed design for the reconstruction of a forest seed plantation of the first order in the Zaonezhsky forestry enterprise of the Republic of Karelia]. M., 2003. 127 p.

Ramenskaya M.L. Analysis of flora in the Murmansk region and Republic of Karelia. L., 1983. 203 p. (In Russ.)

Ramenskaya M.L. Opredelitel' vysshikh rasteniy Karelii. Petrozavodsk, [Key to higher plants of Karelia. Petrozavodsk], 1960. 485 p.

Sel'govye landshafty Zaonezhskogo poluostrova: prirodnye osobennosti, istoriya osvoeniya i sohraneniye. 2013. [The rural landscapes of the Zaonezhsky peninsula: natural features, history of development and conservation]. Petrozavodsk 180 p.

Shurova M.L. Sostoyaniye nasazhdenij karel'skoj berezy v Respublike Kareliya. [The condition of Curly birch plantations in the Republic of Karelia]. *Strukturnye i funktsional'nye otkloneniya ot normal'nogo rosta i razvitiya rasteniy pod vozdeystviem faktorov sredy*: mater. Mezhdunar. konf. 2011. Petrozavodsk, pp. 306–309. (In Russ.)

Sokolov A.I. Povysheniye resursnogo potentsiala tayezhnykh lesov lesokul'turnym me-todom. Petrozavodsk: KarNTS RAN [Increasing the resource potential of taiga forests by the silvicultural method. Petrozavodsk: KarRC RAS], 2016. 178 p.

Sokolov N.O. Karelskaya bereza [Curly birch]. Petrozavodsk. 1950. 116 p. (In Russ.)

Solodovnikov A.N. Indicators of Deciduous and Coniferous Forest's Soil Fertility of North-West Russia Middle-Taiga Zone. *Modern problems of science and education*, 2015, no. 6.

Tarasova J.V., Matveev I.V., Oreshkin D.G. The influence of single birches (*Betula pendula* Roth) on characteristics of soil in some plant communities in the taiga zone. *Bulletin of St. Petersburg State University*, 2003, ser. 3, iss. 3 (no. 19), pp. 37–46.

Vetchinnikova L.V., Titov A.F. Current status of *Betula pendula* var *carelica* (Betulaceae) resources. *Rastitelnye Resursy*, 2020a, vol. 56, no. 1, pp. 16–33. DOI: 10.31857/S0033994620010082

Vetchinnikova L.V., Titov A.F. Spatial and age structure of silver birch and curly birch populations. *Transactions of KarRC RAS: Experimental Biology*, 2021, no. 11, pp. 22–38. DOI: 10.17076/eb1501

Vetchinnikova L.V., Titov A.F. Specific Characteristics of Karelian Birch Population Structure. *Uspekhi Sovremennoi Biologii*, 2020b, vol. 140, no. 6, pp. 601–615. DOI: 10.31857/S0042132420050087

Vetchinnikova L.V., Titov A.F., Kuznetsova T.Yu. Karel'skaya bereza: biologicheskie osobennosti, dinamika resursov i vosproizvodstvo [Curly birch: biological characteristics, resource dynamics, and reproduction]. Petrozavodsk. 2013. 312 p. (In Russ.)

Zheldak V.I. Forest plantations in forestry system. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*, 2017, no 3(35), pp. 5–25. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.3.5

Материал поступил в редакцию 05.09.2022

Ветчинникова Л.В., Титов А.Ф., Костина Е.Э., Серебрякова О.С., Жигунов А.В. Особенности напочвенного покрова, сформированного под влиянием насаждений карельской березы в условиях Заонежья (Республика Карелия) // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 240. С. 6–24. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.6-24

Проведен анализ видового состава живого напочвенного покрова, сформировавшегося под влиянием насаждений карельской березы на двух разновозрастных участках (15-ти и 35-ти лет), расположенных на Заонежской лесосеменной плантации (ЛСП) в Медвежьегорском районе Республики Карелия, где в результате предварительной подготовки территории был существенно поврежден растительный покров и нарушена структура почвы. Установлено, что общее проективное покрытие живого напочвенного покрова в настоящее время составляет в среднем 70%. На обоих участках в целом выявлено 38 видов, из них 32 – сосудистые растения (преимущественно лесные), 4 – лишайники, 2 – мхи. Среди сосудистых растений 94% являются аборигенными и только 6% –

адвентивными. Несмотря на значительное сходство в составе напочвенного покрова, выявлены определенные особенности каждого из участков. В частности, на территории 35-летнего насаждения зафиксировано 28 видов сосудистых растений, среди которых преобладают вереск обыкновенный (20% от общего проективного покрытия), вейник тростниковый (20%), ландыш майский (15%), а также овсяночка извилистая (10%). В 15-летнем насаждении обнаружено 19 видов сосудистых растений с доминированием вереска обыкновенного (40%) и брусники обыкновенной (10%). В живом напочвенном покрове травяно-кустарничкового яруса на обоих участках преобладают по отношению: к освещенности – семигелиофиты, к почвенному увлажнению – мезофиты, к почвенному плодородию – мезотрофы. Выявленные особенности живого напочвенного покрова, сформированного под влиянием искусственно созданных насаждений карельской березы, обусловлены прежде всего разной продолжительностью его формирования, количеством поступающего в почву опада березы (позднее дополняемого опадом травяно-кустарничковой растительности), а также отчасти видовым составом растительности, произрастающей на сопредельной с ними ненарушенной лесной территории, и с неровностью микрорельефа. Сделан вывод, что создание лесных культур плантационного типа является наиболее перспективным способом решения задачи воспроизводства карельской березы, а Заонежская ЛСП представляет собой хороший пример реинтродукции карельской березы *in situ*. В дальнейшем она может использоваться не только в практическом плане, но и для решения различных научных задач, выступая, в частности, в качестве объекта для проведения ботанических, физиолого-биохимических или молекулярно-генетических исследований.

Ключевые слова: карельская береза, лесосеменная плантация, живой напочвенный покров, видовой состав, проективное покрытие.

Vetchinnikova L.V., Titov A.F., Kostina E.E., Serebryakova O.S., Zhigunov A.V. Characteristics of the ground vegetation formed under the effect of curly birch stands in Zaonezhye, Republic of Karelia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2022, iss. 240, pp. 6–24 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.240.6-24

The articles gives an analysis of the species composition of the ground vegetation formed under the effect of curly birch plantations of two ages (15 and 35 years old) in sites situated in the Zaonezhye seed orchard (Medvezhyegorsky District, Republic of Karelia), where pre-planting operations had strongly damaged the plant cover and disturbed the soil structure. Currently, average total ground vegetation cover is 70%. Surveys of both sites revealed a total of 38 species, including 32 vascular plants (chiefly forest-dwelling), 4 lichens, and 2 mosses. Among the vascular plants, 94% are native and only 6% are non-native. Although the sites are quite similar in the ground vegetation composition there are some distinctions too. To wit, the 35-year-old site

was found to harbor 28 vascular plant species with *Calluna vulgaris* (20% of the total cover), *Calamagrostis arundinacea* (20%), *Convallaria majalis* (15%), and *Avenella flexuosa* (10%) prevailing. The 15-year-old stand contained 19 vascular plant species, the dominants being *C. vulgaris* (40%) and *Vaccinium vitis-idaea* (10%). The prevalent groups in the herb-subshrub layer were: in relation to light – semiheliophytes, in relation to soil moisture – mesophytes, in relation to soil fertility – mesotrophs. The distinctive features of the ground vegetation formed under the impact of curly birch plantations are primarily due to the different durations of the impact, the amount of birch litter input to the soil (with a later addition of herbaceous-subshrub litterfall), as well as, to some extent, to the species composition of the vegetation growing in the adjacent undisturbed forest area and to microtopographic roughness. It is concluded that forest crop planting is the most promising method for securing curly birch regeneration and that the Zaonezhye seed orchard is a good example of curly birch re-introduction *in situ* and can be used in the future both for applied purposes and in various sorts of theoretical research, acting, in particular, as an object for botanical, physiological, biochemical, or molecular genetic studies.

Key words: curly birch, seed orchard, ground vegetation, species composition, percentage cover.

ВЕТЧИННИКОВА Лидия Васильевна – доцент (РАН), главный научный сотрудник лаборатории лесных биотехнологий Института леса ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», доктор биологических наук. SPIN-код: 7683-6378. ResearcherID: J-5665-2018, ORCID: 0000-0003-2091-905X.

185910, ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: vetchin@krc.karelia.ru

VETCHINNIKOVA Lidya V. – DSc (Biology), Assistant Professor (RAS), Chief Researcher in the Laboratory for Forest Biotechnology Forest Research Institute KarRC RAS. SPIN-code: 7683-6378, ResearcherID: J-5665-2018, ORCID: 0000-0003-2091-905X.

185910. Pushkinskaya str. 11. Petrozavodsk. Karelia. Russia. E-mail: vetchin@krc.karelia.ru

ТИТОВ Александр Федорович – член-корреспондент РАН, профессор, главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии растений Института биологии ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», доктор биологических наук. SPIN-код: 2324-5060, ResearcherID: A-6705-2014, ORCID: 0000-0001-6880-2411.

185910, ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: titov@krc.karelia.ru

TITOV Alexander F. – DSc (Biology), RAS Corr. Fellow, Professor, Chief Researcher in the Laboratory of Plant Ecophysiology Institute of Biology KarRC RAS. SPIN-code: 2324-5060, ResearcherID: A-6705-2014, ORCID: 0000-0001-6880-2411. 185910. Pushkinskaya str. 11. Petrozavodsk. Russia. E-mail: titov@krc.karelia.ru

КОСТИНА Екатерина Эйнаривна – младший научный сотрудник лаборатории лесных биотехнологий Института леса ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», SPIN-code: 2644-5814, ResearcherID: AEW-2779-2022, ORCID: 0000-0003-1115-9853.

185910, ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: kostina@krc.karelia.ru

KOSTINA Ekaterina E. – Junior Researcher in the Laboratory for Forest Biotechnology Forest Research Institute of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Science. SPIN-код: 2644-5814. ResearcherID: AEW-2779-2022, ORCID: 0000-0003-1115-9853.

185910. Pushkinskaya str. 11. Petrozavodsk. Russia. E-mail: kostina@krc.karelia.ru

СЕРЕБРЯКОВА Оксана Сергеевна – научный сотрудник лаборатории лесных биотехнологий Института леса ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», SPIN-code: 5805-6154, ResearcherID: K-7323-2018, ORCID: 0000-0002-7530-3239.

185910, ул. Пушкинская, д. 11, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: serebro@krc.karelia.ru

SEREBRYAKOVA Oksana S. – Researcher in the Laboratory for Forest Biotechnology Forest Research Institute KarRC RAS. SPIN-code: 5805-6154. ResearcherID: K-7323-2018. ORCID: 0000-0002-7530-3239.

185910. Pushkinskaya str. 11. Petrozavodsk. Russia. E-mail: serebro@krc.karelia.ru

ЖИГУНОВ Анатолий Васильевич – профессор кафедры лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 5789-5540. ORCID: 0000-0002-8939-942X.

194024, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.zhigunov@bk.ru

ZHIGUNOV Anatolii V. – DSc (Agriculture), Professor, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 5789-5540. ORCID: 0000-0002-8939-942X.

194021. Institutsky per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: a.zhigunov@bk.ru