

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 528.8+681.3:574.4

О ВЫДЕЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ В ПРЕДЕЛАХ ЗЕЛЕННОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ

**А. М. Крышень, П. Ю. Литинский, Н. В. Геникова,
Е. Э. Костина, Ю. В. Преснухин, Ю. Н. Ткаченко**

Институт леса Карельского научного центра РАН

Изложен подход к определению на территории ЗПФ экологических коридоров на основе применения информации дистанционного зондирования различных платформ и масштабных уровней в комплексе с наземными данными о структуре и динамике лесного покрова.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Зеленый пояс Фенноскандии, экологический коридор, водоохранные леса, Эконет.

**A. M. Kryshen', P. Yu. Litinskii, N. V. Genikova, E. E. Kostina,
Yu. V. Presnuhin, Yu. N. Tkachenko. ALLOCATING ECOLOGICAL
CORRIDORS WITHIN THE GREEN BELT OF FENNOSCANDIA**

An approach for defining ecological corridors within the GBF, based on the information received from the remote sensing of various platforms and large-scale levels, together with the ground data on the structure and dynamics of forest cover, is described.

K e y w o r d s: Green Belt of Fennoscandia, ecological corridors, bank-protection forests, Econet.

Введение

Исходя из фундаментальных основ экологии и биогеографии [Одум, 1975; Пианка, 1981 и другие] для эффективного сохранения популяций растений и животных размеры особо охраняемых природных территорий (ООПТ) должны быть как можно большими. Однако в настоящее время из-за антропогенной фрагментированности ландшафтов ООПТ чаще имеют незначительные территории. В этом случае особую

роль в сохранении животного и растительного мира играют экологические коридоры, связывающие отдельные сохранившиеся в близком к естественному состоянию таежные экосистемы и обеспечивающие расселение и миграцию видов. В целом Зеленый пояс Фенноскандии (ЗПФ) может представляться как экологический коридор, соединяющий, а точнее, включающий в себя большое число ООПТ трех стран: России, Финляндии, Норвегии [Титов и др., 2009]. Однако своими размерами и целями создания ЗПФ

больше согласуется с концепцией Эконета – системы, объединяющей ООПТ различного статуса и территории с различными режимами природопользования, интегрированной в контекст социально-экономического развития территории [Эконет..., 2006]. В этом случае связанность ООПТ ЗПФ имеет первостепенное значение. Проектированию экологических коридоров должно уделяться особое внимание, и проводить его необходимо еще на стадии планирования локализации вырубок и других хозяйственных мероприятий, нарушающих непрерывность экосистем. Для выполнения такой работы необходима актуальная информация о структуре и состоянии экосистем на соответствующем географическом пространстве, которая может быть получена при совместном использовании данных дистанционного зондирования и наземных наблюдений.

В Институте леса КарНЦ РАН с 1990-х годов ведутся работы по дистанционному мониторингу естественных и антропогенных нарушений [Литинский, 2007]. В ходе этой деятельности была разработана методика извлечения информации из космических сканерных снимков методом моделирования спектрального пространства [Литинский, 2011]. На ее основе создается геоинформационная модель пространственной структуры растительного покрова, определяемой типом четвертичных отложений и условиями водно-минерального питания [Литинский, 2012, 2013]. На основе наземных наблюдений идет формирование эколого-динамической модели разнообразия лесных сообществ [Крышень, 2012]; модели продемонстрировали высокую степень соответствия [Крышень, Литинский, 2013]. Очень важно для построения экологических коридоров то, что признаки растительных сообществ соотносятся и с их положением в динамических рядах. Точкой приложения моделей является задача по обозначению экологических коридоров, решаемая в рамках проекта ENPI «Интеллектуальное управление природными ресурсами Зеленого пояса Фенноскандии» – ИнтеллГринБелт (IntellGreenBelt).

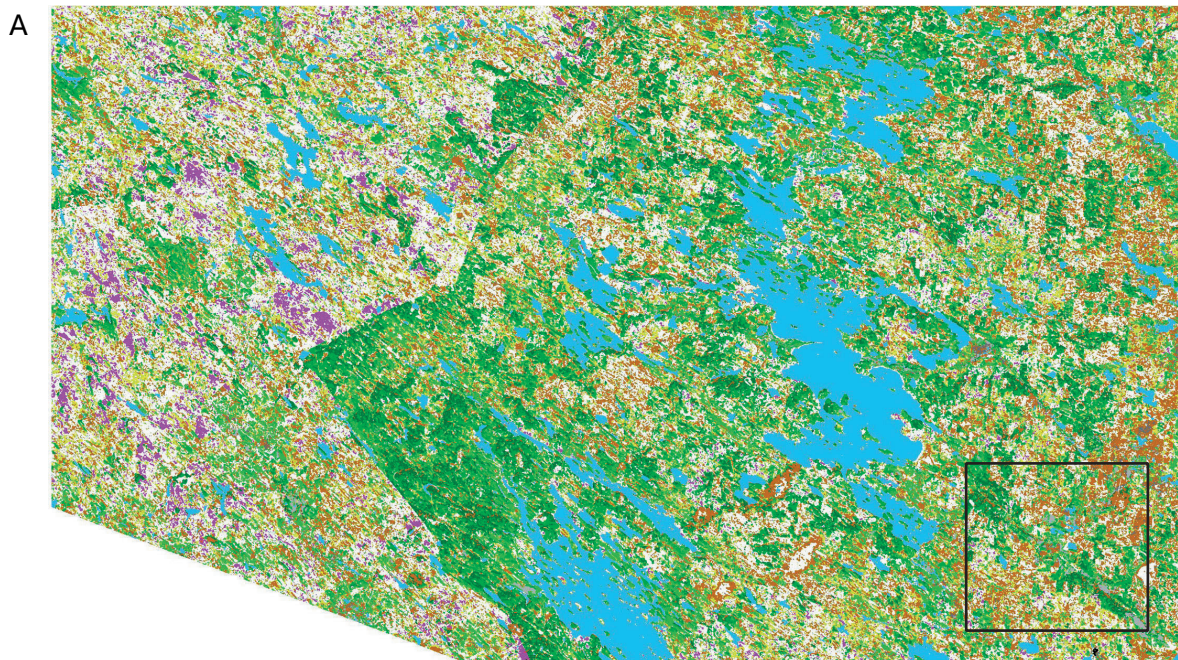
Материалы и методы

Поскольку ЗПФ охватывает приграничные территории трех стран с разным природоохранным законодательством, традициями и правилами природопользования, мы на первом этапе для упрощения задачи ограничились пределами одного района Республики Карелия (Муезерского), где уже имеется большое число наземных описаний.

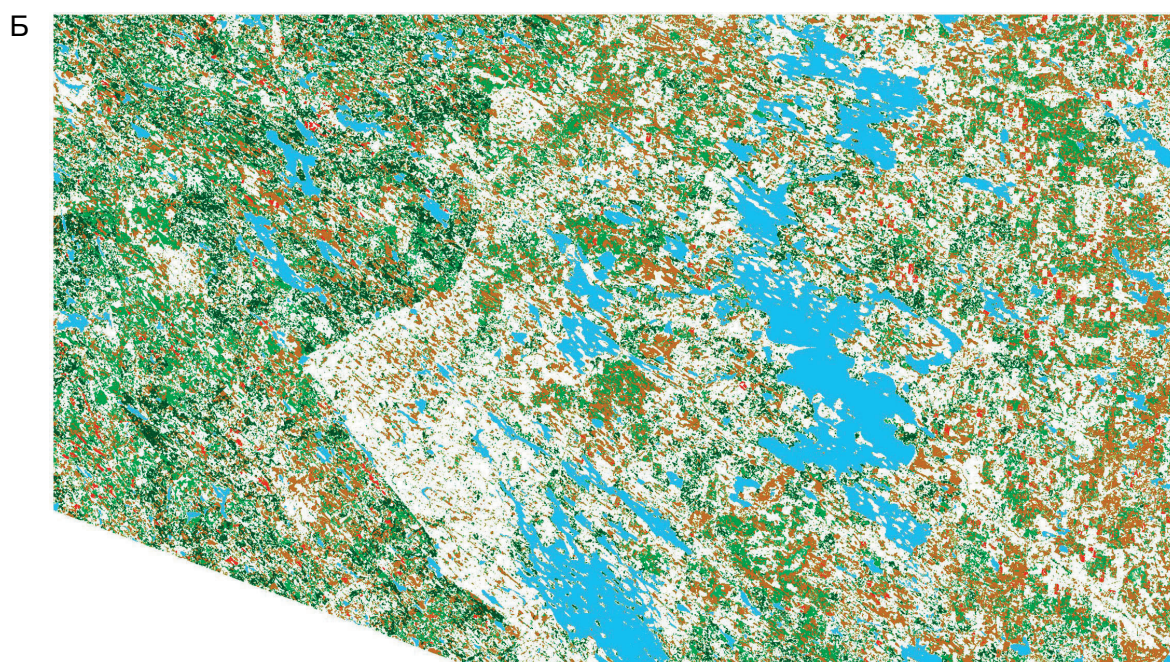
Выявление неразрывных лесных массивов проводилось в несколько стадий, соответствующих масштабным уровням используемых пространственных данных и способам их обработки и визуализации. На уровнях, соответствующих масштабам приблизительно от 1:1 000 000 до 1:25 000, использовался сканерный снимок Landsat (разрешение 30 м), классифицированный по нескольким десяткам категорий растительного покрова. Для подбора на местности конкретных точек наземных наблюдений и сопоставления данных уже имеющихся описаний использовались космические снимки сверхвысокого разрешения, находящиеся в открытом доступе на различных геоинформационных сайтах (например, <http://www.bing.com>; <http://natura2000.eea.europa.eu/#>) для всей приграничной территории.

По результатам визуального дешифрирования данных снимков планировались наземные исследования для выяснения характеристик отдельных участков, определения конкретных мероприятий по сохранению коридоров и, по возможности, восстановлению разрывов. При выполнении наземных описаний лесной растительности в первую очередь определялся тип лесорастительных условий [Крышень, 2010] по комплексу признаков (почва, характер древостоя и др.). Описание производилось в естественных границах относительно однородного выдела лесного растительного сообщества. Граница выдела определялась визуально по качественным и количественным признакам сообщества. Общее описание участка включало данные о его местоположении (географические координаты), положении в рельефе, сведения о смежных участках (в случаях описания вырубок и молодняков), степень однородности или неоднородности и др. При описании учитывалась экспозиция склона, антропогенное и зоогенное влияние. Площадь пробного участка, где производили описание компонентов лесного фитоценоза, составляла не менее 400 м².

При описании древесного яруса выявлялся породный состав древостоя, ярусы, определялась полнота насаждения; для каждой древесной породы, входящей в состав древостоя, – возраст, средний диаметр на высоте 1,3 м, средняя и максимальная высота деревьев, запас (м³) валежа и сухостоя. Отмечались лесоводственные мероприятия, если они проводились: время и методы создания культур и ухода за ними. При описании подроста указывались порода, высота, возраст, густота. В подлеске определялся видовой состав растений, оценивалась густота. Составлялся список всех встреченных на участке сосудистых растений,



Зеленый – старовозрастные леса, коричневый – болота, фиолетовый – луга



От светло- до темно-зеленого – от молодняков до приспевающих, красный – свежие вырубki

Рис. 1. Тематические карты (классифицированные сканерные снимки) модельного фрагмента (черный прямоугольник – фрагмент с водоохранной полосой, детально представлен на рис. 2, А)

напочвенных мхов и лишайников, определялось проективное покрытие по видам в двух ярусах (мохово-лишайниковом и травяно-кустарничковом), также оценивалось общее проективное покрытие всех ярусов и опада.

Для решения задачи выделения экологических коридоров нас в первую очередь интересовали леса, сохранившиеся в близком к естественному состоянию, – все категории климак-

совых и субклимаксовых лесов, произрастающих в автоморфных условиях, были объединены в категорию «старовозрастные» (рис. 1, А). На рисунке 1 (Б) показано пространственное распределение лесных экосистем, находящихся на различных стадиях восстановления после вырубki. На снимках хорошо заметно отличие состояния (фрагментированности) растительного покрова территории по разные стороны

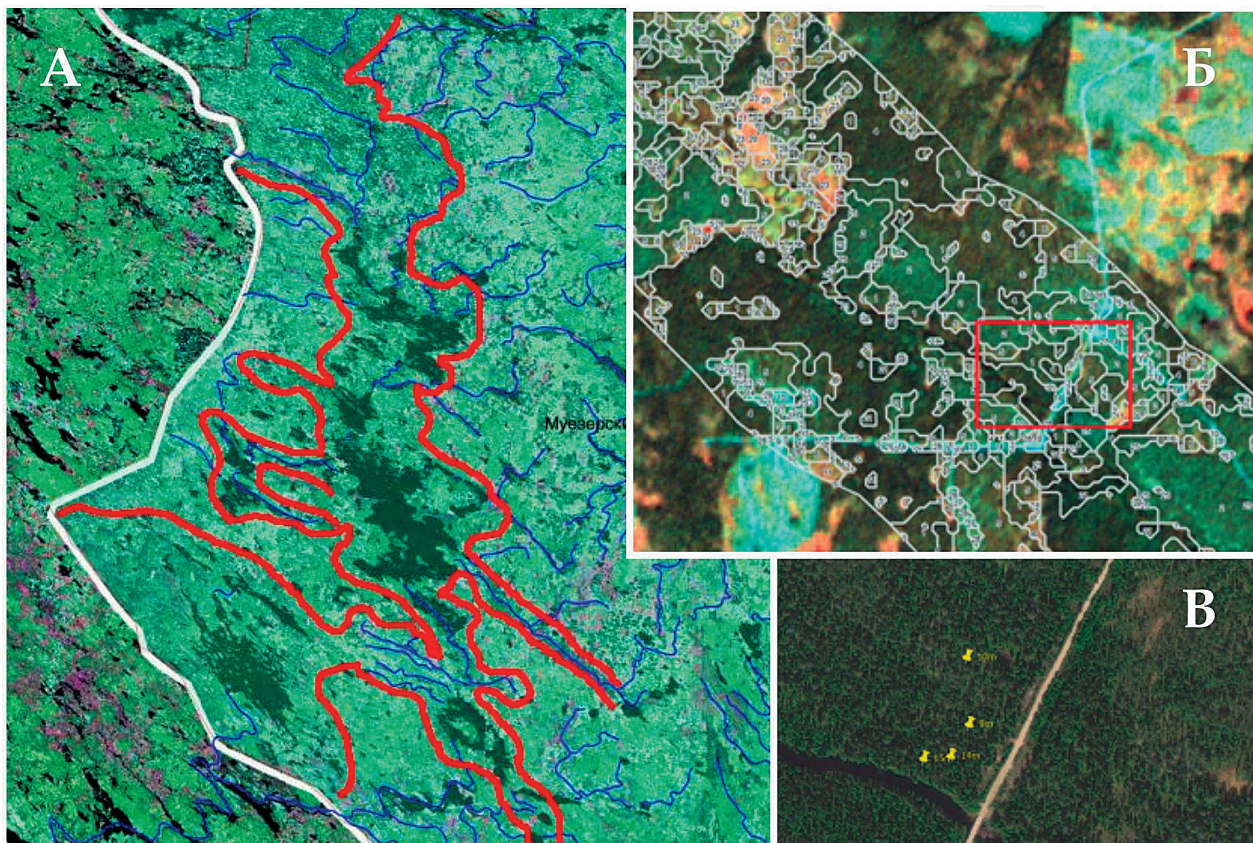


Рис. 2. Этапы выделения экологических коридоров на территории ЗПФ в Муезерском районе. А – красной линией визуально выделена территория с высоким покрытием старовозрастными лесами. Б – векторный слой геоинформационной модели на фоне растровой подложки; красный прямоугольник – границы участка, представленного на фрагменте снимка сверхвысокого разрешения с нанесенными по GPS-координатам точками наземных исследований (В)

границы, обусловленное различными исторически сложившимися подходами в ведении лесного и сельского хозяйства на финской и российской территориях.

Далее для определения перспективных для включения в экологические коридоры фрагментов использовались количественные методы анализа пространственных данных. Были созданы векторные слои модели – выделены несколько типов сосняков, ельников, болот, существующих в различных эдафических условиях, а также трансформированных земель – в целом несколько десятков классов (рис. 2).

Снимки сверхвысокого разрешения (см. рис. 2, В) сыграли важную роль, являясь связующим звеном между наземными наблюдениями и геоинформационной моделью, будучи использованными для калибровки последней. Проанализированные доступные материалы оказались достаточными для выделения экологических коридоров на российской части ЗПФ в пределах Муезерского района (см. рис. 2, А).

В целом проведенные исследования показали, что апробированный нами метод выделе-

ния экологических коридоров может быть использован для территории ЗПФ, разделенного государственной границей и пересекающего несколько природных подзон и биогеографических провинций. Сложность (комплексность, фрагментированность) растительного покрова определила многоступенчатый подход к решению задачи. На первом этапе анализировалась информация космических снимков и создавалась предварительная модель растительного покрова, включающая несколько десятков типов биотопов и учитывающая сукцессионный статус лесных сообществ. На этом этапе использовался накопленный материал наземных описаний. Следующий этап предполагал предварительное, по снимкам, выделение коридоров по скоплению массивов старовозрастных лесов, а также определение точек наземных описаний и их выполнение для уточнения положения отдельных выделов в геоинформационной модели. Завершающим этапом работы являлось обозначение экологических коридоров и определение мероприятий по их укреплению или сохранению.

Исследования в Муезерском районе показали, что расчетные данные практически полностью совпадают с визуальными – неразрывные массивы приурочены в основном к водоохранным полосам рек и озер, и в соединении с имеющимися ООПТ они создают экологически устойчивую природоохранную систему (рис. 3), связывающую массив коренных лесов заповедника «Костомукшский» с планируемым ландшафтным заказником «Тулос» через малонарушенные экосистемы окрестностей озера Максимъярви и водоохранные леса системы озера Лексозеро. Задача на будущее состоит в ее сохранении, и здесь наибольшую тревогу вызывают водоохранные леса, статус которых законодательно может меняться.

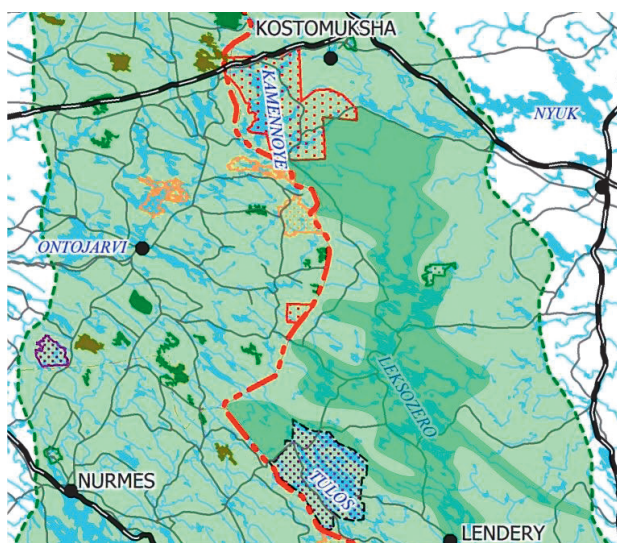


Рис. 3. Экологически устойчивая природоохранная система части ЗПФ в пределах Муезерского района. Затемнены массивы (участки) сохранившихся старовозрастных лесов

Исследования показали, что примененный подход к созданию геоинформационной модели растительного покрова не зависит от используемых локальных (государственных) классификаций лесов и позволяет осуществлять прогнозирование путем проработки различных сценариев лесопользования и контролировать ход лесовосстановления на обширных территориях, выявляя наиболее перспективные участки будущих коридоров.

Направлениями дальнейших исследований мы считаем расширение базы данных биотопов и уточнение эколого-динамической модели лесных экосистем, что, в свою оче-

редь, даст новую информацию о «содержимом» спектральных классов геоинформационной модели и будет способствовать формированию все более детальной структурно-функциональной модели таежных экосистем. На данном этапе сдерживающим фактором является отсутствие высокодетальных моделей высот (DEM). Накопление информации наземных описаний и повышение детализации геоинформационной модели позволит с высокой точностью определять малонарушенные территории, прогнозировать последствия хозяйственной деятельности и планировать экологические коридоры. В то же время территория Финляндии, коренным образом отличающаяся по степени и причинам фрагментированности лесных ландшафтов, возможно, потребует дополнительных наземных исследований.

Литература

- Крышень А. М. Типы лесорастительных условий на автоморфных почвах в Карелии // Ботан. журн. 2010. Т. 95, № 3. С. 281–297.
- Крышень А. М. Систематизация местообитаний и вопросы динамики лесов Восточной Финноскандии // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14, № 1(4). 2012. С. 1033–1038.
- Крышень А. М., Литинский П. Ю. Сопоставление и взаимная верификация геоинформационной и эколого-динамической моделей разнообразия лесных экосистем // Труды КарНЦ РАН. 2013. № 2. С. 86–91.
- Литинский П. Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 107 с.
- Литинский П. Ю. Классификация сканерных снимков методом моделирования спектрального пространства // Труды КарНЦ РАН. 2011. № 5. С. 45–54.
- Литинский П. Ю. Геоинформационная модель наземных экосистем северотаежной подзоны Восточной Финноскандии // Труды КарНЦ РАН. 2012. № 1. С. 3–15.
- Литинский П. Ю. Геоинформационная модель наземных экосистем хребта Маанселькя (район оз. Паанаярви) // Труды КарНЦ РАН. 2013. № 2. С. 97–100.
- Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.
- Титов А. Ф., Буторин А. А., Громцев А. Н. и др. Зеленый пояс Финноскандии: состояние и перспективы развития // Труды КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 3–11.
- Эконет – «сеть жизни». Центральная Азия. М.: Известия, 2006. 57 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крышень Александр Михайлович

директор, д. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kryshen@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769601

Литинский Петр Юрьевич

старший научный сотрудник, к. с.-х. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: litinsky@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Геникова Надежда Васильевна

научный сотрудник, к. б. н.
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: mylazydays@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Костина Екатерина Эйнаривна

младший научный сотрудник
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kostina@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 768160

Преснухин Юрий Владимирович

старший научный сотрудник
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: presnuthin@mail.ru
тел.: (8142) 768160

Ткаченко Юлия Николаевна

ведущий почвовед лаб. лесного почвоведения
Институт леса Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. адрес: tkachenko@krc.karelia.ru
тел.: 89114033592

Kryshen', Alexandr

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: kryshen@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769601

Litinskii, Pyotr

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: litinsky@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Genikova, Nadezhda

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: mylazydays@mail.ru
tel.: (8142) 768160

Kostina, Ekaterina

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: kostina@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 768160

Presnuhin, Yuri

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: presnuthin@mail.ru
tel.: (8142) 768160

Tkachenko, Yulia

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: tkachenko@krc.karelia.ru
tel.: 89114033592