

VARIABLE RETENTION FORESTRY – ЛЕСОВОДСТВО, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА НЕПРЕРЫВНОЕ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВО ВРЕМЕНИ СОХРАНЕНИЕ ЛЕСНОЙ СРЕДЫ

© 2020 г. А. М. Крышень^{1, *}, С. М. Синькевич¹, Е. В. Шорохова^{1, 2}

¹Институт леса – обособленное подразделение ФИЦ “Карельский научный центр РАН”, г. Петрозаводск, Россия

²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: kryshen@krc.karelia.ru

Поступила в редакцию 04.05.2020 г.

После доработки 31.05.2020 г.

Принята к публикации 10.06.2020 г.

В журнале “Ecological processes” опубликована тематическая подборка статей “Ecological Perspectives on Variable Retention Forestry”, посвященная внедрению экологических систем рубок, направленных на сохранение в пространстве и во времени лесной среды путем оставления части живых деревьев, мертвой древесины, порубочных остатков. Основное внимание уделяется сохранению биологического разнообразия. Всего в серии представлено 15 статей, находящихся в открытом доступе. Авторами статей являются ученые из Финляндии, Швеции, США, Канады, Аргентины, Австралии и России. В международном сообществе направление лесного хозяйства получило название “Variable Retention Forestry” и формально впервые о нем было заявлено в США, хотя, безусловно, оно параллельно и независимо развивалось в странах Северной Европы и в России. В скандинавских странах особое внимание уделяется еще одному аспекту VRF – имитации естественных нарушений, которые до преобразования человеком обеспечивали существование многих видов животных, растений, грибов.

Ключевые слова: рубка леса, биоразнообразие, устойчивость лесных экосистем, лесное законодательство, экосистемные услуги

DOI: 10.31857/S0033994620030036

“При чтении книг, особенно иностранных, молодые лесоводы должны иметь всегда в виду приспособление приобретенных сведений к обстоятельствам России, сличая правила теории с местными наблюдениями и сделанными опытами”
Е.В. Канкрин (“Инструкция об управлении лесной частью на горных хребтах Уральских по правилам лесной науки”, 1830, §117)

В 2019 г. в журнале “Ecological Processes”¹ организована публикация тематической серии статей, посвященных проблеме рубок леса с сохранением его основных экосистемных функций, в первую очередь биологического разнообразия. Формирование выпуска продолжалось до февраля 2020 г., и в настоящее время все статьи в открытом доступе находятся по адресу <https://www.springeropen.com/collections/vrf>. Большинство статей – это обзоры значительного числа литературных источников и в данной публикации упоминаются только материалы анализи-

руемой серии (специального выпуска), в свою очередь более глубоко знакомящие читателя с проблемами, затронутыми в каждой статье.

Анализируемое направление лесоводства в англоязычной литературе получило название “Variable Retention Forestry” (VRF) – трудно переводимое на русский язык сочетание слов. Для России с ее масштабами лесозаготовок необходимо разобраться – что из себя представляет VRF и в какой степени это направление представляет интерес для развития лесного хозяйства. Одна из обзорных статей серии [1] посвящена анализу различных пониманий VRF. Авторы из Аргентины поставили перед собой задачу сравнить по литературным данным на основе базы Google Scholar определения VRF. Они справедливо считают, что

¹ Журнал с открытым доступом издательства “Springer”, серия опубликована на сайте – <https://www.springeropen.com/collections/vrf>

неверно или нечетко интерпретированные лесоводственные понятия могут быть использованы для обоснования практик, нацеленных на максимальную прибыль в ущерб сохранению средообразующих функций леса. Из множества проанализированных ими статей (около 200 наиболее релевантных), посвященных проблеме, авторы выбрали наиболее часто встречающиеся определения понятия VRF, и сгруппировали их по основному признаку – отношению человека к природе. Первое определение VRF – это лесное хозяйство, поддерживающее экологический, экономический и/или социальный капитал, подразумевающее подход к рубке леса, основанный на сохранении его структурных элементов для включения их в новый древостой с целью достижения, главным образом, экологических целей. Такой подход VRF к рубкам сочетает в себе оставляемые живые и мертвые деревья в различных пространственных конфигурациях. Дисперсная и агрегатная модели VRF (оставление отдельно стоящих деревьев или их групп разного размера) могут применяться как порознь, так и совместно. Считается, что оставляемые элементы должны включать мертвую древесину и по возможности сочетаться с контролируемым выжиганием. Внешне направленное на сохранение природы освоение лесов, по сути, подчиняется цели максимального использования всех (не только связанных с использованием древесины) экосистемных услуг.

Второй подход определен как лесоправление, направленное на долгосрочное сохранение лесных структур и биологического разнообразия, основанное на оставлении живых и мертвых деревьев и небольших участков нетронутого леса во время рубки. Цель состоит в том, чтобы в границах относительно однородной территории достичь пространственной и временной непрерывности лесной среды, способствующей сохранению всей полноты биоразнообразия и поддерживающей экологические функции в различных пространственных масштабах. Методы VRF должны обеспечить экономическую выгоду и механизмы реколонизации видов коренных лесов в процессе восстановления леса на вырубках. Важную роль здесь играет мониторинг биологического разнообразия видов многих таксономических групп.

Оба варианта ориентированы на сохранение многообразных средообразующих функций леса, и внешне отличаются только деталями. Однако 1-й просто направлен на интеграцию экологических, экономических и культурных целей, а 2-й – преимущественно на охрану природы – на непрерывное сохранение лесной среды и, главное, что концептуально он не ставит человека выше природы, представляет его частью природы, такой же, как и другие живые организмы, нуждающиеся в пригодных местобитаниях.

Есть еще и 3-й вариант VRF, назовем его “примитивным”. Человек видит лес как поставщика древесины. Сторонники такого подхода называют VRF “небрежной рубкой”. В этом определении отражается внешнее восприятие VRF и ощущается отрицательное к нему отношение, исходит оно как от лесопромышленников, заинтересованных в максимальной прибыли, так и от местного населения, недовольного большим количеством оставленной мертвой древесины.

Канадские исследователи разделили понятие на теоретическое и прикладное [2]. В теории VRF используется для описания общего подхода к лесозаготовкам, который требует долгосрочного сохранения лесной среды. В прикладном же аспекте – это уже конкретные технологии, предназначенные для достижения целей VRF, которые определены в правилах лесного планирования Британской Колумбии. Чтобы разделить эти два направления, они предложили называть прикладное – “системной VRF”.

Возвращаясь к переводу понятия, следует отметить, что, как это часто бывает в английском языке, отдельные слова несут различные, дополняющие друг друга понятия. “Variable” (разнообразный) – применительно к “Forestry” (иногда “harvesting” – лесозаготовка, “felling” – рубка) указывает на разнообразие приемов рубки (размеры вырубки, конфигурация вырубки, количество оставляемых деревьев, вид, возраст, размеры оставляемых деревьев, структура совокупности оставляемых деревьев и т.д.). В сочетании с “Retention” (сохранение, удержание) указывает на комплексность (сложность) проблемы и на то, что речь не идет только о видовом разнообразии, а скорее о сохранении лесной среды. Неслучайно одним из ключевых понятий VRF является “зона влияния леса”, определяемая, как полоса шириной, равной высоте дерева [2].

В статье одного из авторов концепции Джерри Франклина [3], подробно рассказывается об истории развития направления в США, появлении идеи VRF, практиках применения VRF в лесах *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. В 1970-е гг. в государственных лесах преобладали сплошные рубки, которые вызывали опасение в отношении сохранения популяций мелких млекопитающих, птиц и других групп животных и растений, в том числе и редких видов. VRF началось здесь с сохранения небольшого числа (до 15%) живых деревьев, а также крупных древесных остатков на вырубках. Приемы сохранения деревьев и других структур в виде небольших лесных участков, впоследствии названных агрегатами, возникли в результате общения Дж. Франклина с частными землевладельцами, которые под давлением общественности и прессы озаботились имиджем экологически ориентированного лесопользователя.

В 1991 г. подкомитет по ассигнованиям Палаты представителей Конгресса США связался с докторами Л. Норрисом и Дж. Франклином по поводу их инициативы изучения Лесной службой США альтернативы сплошным рубкам для заготовки древесины. В результате в 1996 г. был принят проект демонстрации вариантов управления экосистемами (DEMO), названный так отчасти потому, что некоторые лесоводы агентства выступали против альтернатив сплошной рубке и надеялись на его “провал”. В конечном итоге, реализованный “демонстрационный” эксперимент представлял шесть вариантов, которые сильно отличались по количеству оставляемых структурных элементов и структуре (дисперсные или агрегированные) с оставлением от 15 до 75% деревьев. К сожалению, не было варианта сплошной вырубке, т.к. к этому времени они в государственных лесах *Pseudotsuga menziesii* были уже запрещены. Позднее аналогичные эксперименты с различными вариантами VRF и количеством оставляемых структурных элементов были проведены в странах Северной Европы, Аргентине, Австралии [4, 5]. Несколько десятилетий применения VRF показали, что агрегированный подход в большинстве случаев имеет как эксплуатационные, так и экологические преимущества по сравнению с дисперсным сохранением деревьев.

Всего в анализируемой специальной серии журнала “Ecological Processes” представлены 15 статей исследователей из Финляндии, Швеции, США, Канады, Аргентины, Австралии и России. Большинство — это обзоры и анализ десятилетней и более практики применения VRF в отдельных странах или континентах. Редакторская статья [5] вводит читателей в проблему и анализирует представленные материалы в географическом аспекте. Представленный ниже обзор материалов систематизирован в ракурсе способов VRF и результатов исследования их последствий, а также открытых вопросов. Несмотря на различия экологических и лесоводственных традиций, в представленных статьях, так или иначе, обсуждается определенный набор вопросов:

- как учитывать ландшафтную специфику?
- стоит ли имитировать природные нарушения и если да, то какие и как?
- какие и в каком количестве оставлять структурные элементы?
- насколько подвержены оставляемые отдельные деревья или их группы ветровалу и другим нарушениям?
- как способы VRF влияют на естественное возобновление, в частности, сохранность и состояние подростка целевой древесной породы?
- как способы VRF справляются с одной из основных своих задач — сохранением биологического разнообразия?

Еще один важный момент, требующий особого обсуждения, — отношение населения к VRF [2–5]. Опросы населения показали, что отношение к VRF лишь немного лучше, чем к традиционным сплошным рубкам, при этом распределенные по вырубке отдельные деревья эстетически выглядят лучше, чем расположенные группами, что входит в противоречие с вопросами сохранения лесной среды, но должно учитываться особенно в местах массового посещения.

В обзорной статье коллектива, представляющего североевропейский регион [4] проанализированы публикации, индексированные в Web of Science Core collection. Вот некоторая статистика — большая часть из примерно 180 исследований была проведена в Швеции (51%), за ней следовали Финляндия (31%), Эстония (10%), Норвегия (5%) и Латвия (2%), в то время, как только одно исследование было проведено в Литве. Литература по России по теме в анализируемой базе практически не представлена. До 2001 г. было опубликовано всего 5 статей, в то время как в период 2001–2010 гг. — 57%, а позже — 40%. Большинство статей посвящено сохранению биологического разнообразия; жуки были наиболее часто изучаемыми организмами (39% исследований), за ними следовали лишайники и мохообразные (обе группы по 16%). Многие виды этих групп организмов связаны с разлагающейся древесиной и считаются индикаторами лесов высокой природоохранной ценности. Неслучайно много внимания уделялось мертвой древесине — она была в фокусе внимания большинства исследований (34%), по сравнению с примерно 25% статей, посвященных способам VRF (более подробно эту информацию можно посмотреть в сопровождающем файле к указанной статье [4]).

Анализируя статьи специальной серии, посвященные влиянию способов VRF на биологическое разнообразие можно сделать вывод о том, что исследуются различные группы организмов. Вниманию уделяется мелким млекопитающим [2, 6], птицам [2, 4, 6, 7], насекомым [2, 7], моллюскам [4], почвенным беспозвоночным [2, 7], сосудистым растениям [2, 4, 6, 7], мхам [2, 4, 7], лишайникам [2, 4, 7]; грибам [7], в т.ч. микоризным [2, 7]. В статье М. Койвула и И. Ванха-Майамаа [8] дан обзор статей, индексированных в Web of Science и Scopus из Балтийских стран, посвященных влиянию способов рубок, контролируемого выжигания, оставления крупных древесных остатков на вырубках на разнообразии практически всех указанных выше групп. Делать какие-то однозначные выводы по влиянию VRF (количество и распределение оставляемых деревьев) на сохранение биоразнообразия в целом невозможно из-за различной реакции видов на рубку, ландшафтных особенностей территории и множества других факторов [2], но сам представленный в статьях

материал обширен не только по таксономическим группам, но и географически.

Анализ применения VRF в различных странах на четырех континентах привел авторов статей к некоторым общим выводам.

1. В идеале сохранение лесной среды должно достигаться имитацией периодических природных нарушений (пожаров, ветровалов, оконной динамики), создающих на определенной территории непрерывные ряды деревьев различного возраста и размера, пней разной высоты, по возможности всех древесных пород, мертвой древесины всех стадий разложения [2, 4, 6, 9–12]. Опыт, однако, показал, что невозможно точно симитировать естественные (природные) нарушения лесов, и вопрос надо ли стремиться к максимально точному копированию природных ситуаций остается пока открытым [2]. По-видимому, решение должно привязываться к конкретным территориям и задачам [12].

2. Практически все исследователи указывают на то, что необходимо учитывать специфику территории (рельеф, влажность, механический состав почвы и др.) при выборе способов VRF. Именно эти условия определяют, сколько и каких деревьев оставлять, и в каком пространственном размещении. С введением понятия “зона влияния дерева”, определенного как окружность с радиусом, равным высоте дерева, можно оперировать не только числом оставляемых деревьев и их расположением, но и конфигурацией территории вырубki [10]. В Британской Колумбии система VRF [2] включает требование того, что количество оставленных деревьев и их расположение должны обеспечить более 50% территории под “влиянием леса”. Соответственно, предлагается два основных варианта VRF – групповое (агрегированное) и распределенное (дисперсное) – сходное с принципами оставления семенных деревьев – куртинами или отдельно стоящими деревьями. По соображениям безопасности, экономики и экологии, предпочтение отдается групповому расположению деревьев, для полноценного сохранения видов старовозрастных лесов размеры куртин должны превышать 0,5 га [4]. Но лесную среду (зону влияния леса) можно сохранить и по-другому. В австралийской Тасмании во влажных эвкалиптовых лесах использовали сложную конфигурацию самой вырубki. Извилистые (неровные) границы увеличили площадь контакта с окружающим лесом, что позволило сохранить его влияние на большей части вырубki [10]. В засушливых лесах Аргентины конфигурация и расположение невырубленных участков определяются необходимостью сохранения воды – длинными полосами поперек стока [13].

3. Одним из нежелательных последствий VRF является разрушение оставленных структур вет-

ром, что в значительной степени ограничивает его использование в некоторых ландшафтах и является еще одним весомым аргументом в пользу группового расположения оставляемых деревьев [2, 4, 6].

4. Показано, что VRF позволяет сохранить среду обитания и разнообразие лесной флоры и фауны при положительной корреляции числа оставляемых деревьев с разнообразием видов. Причем в первые годы после рубки количество оставляемых деревьев может оказаться даже важнее, чем их расположение (агрегированное или распределенное). Затем становится очевидным, что группы деревьев являются рефугиумами для многих видов фауны и флоры, и поэтому в отдаленной перспективе лучше применять агрегированное VRF, при котором приобретают важность размеры куртин и их расположение по отношению к краю леса [4, 5]. Понимая биологическое разнообразие широко – учитывая различные группы живых организмов, следует сочетать недорубы с контролируемым палом и оставлением на вырубке большого количества мертвой древесины, по возможности, имитируя старовозрастные леса – “выстроить” непрерывный возрастной ряд разлагающихся крупных древесных остатков. Применительно к сохранению биоразнообразия не отдельных лесных экосистем, а территорий уровня ландшафта, VRF имеет особое значение там, где нет или мало действующих охраняемых природных объектов [9].

5. Целью VRF является не только сохранение биологического разнообразия и других экосистемных функций. Необходимо также обеспечить скорейшее восстановление древесного яруса и коренного сообщества в целом [2]. Исследования демонстрируют зависимость сохранности и роста естественного возобновления от числа и расположения оставленных деревьев, сомкнутости крон и других параметров VRF, но эта зависимость нелинейна, и требует учета множества параметров, в том числе конкретных экологических показателей, в свою очередь зависящих от способов VRF. Для ответа на поставленные вопросы необходимы мониторинг в течение длительного периода и расширение географии исследований [7, 10, 14].

6. Особое внимание следует обращать на прибрежные экосистемы, которые являются одними из наиболее важных в сохранении биоразнообразия и большого набора экосистемных функций. В них следует в первую очередь внедрять различные варианты VRF [2, 4].

7. Сколько деревьев оставлять на вырубке? Для имитации природных нарушений, а также для сохранения биологического разнообразия – чем больше, тем лучше, но даже несколько оставленных деревьев лучше, чем сплошная вырубка [4, 12]. Исследования показали, что при уровне сохране-

ния деревьев менее 15% VRF мало чем отличается от сплошной вырубki с точки зрения экосистемных функций лесов [9], да и с эстетической точки зрения по опросам населения [2]. А вот уже при 33% и выше оставляемых деревьев сохраняется большая часть видов старовозрастных лесов [4], в том числе и редких. Интересно, что людям зрительно больше нравится дисперсный вариант VRF [2]. Эти моменты, безусловно, надо учитывать при планировании VRF, тем более что в большинстве стран предстоит развитие направления в сторону создания специальных регламентов.

8. Еще один вопрос – стоит ли повсеместно внедрять VRF, замещая сплошные рубки? Авторами отмечается, что VRF – это не замена сплошным рубкам, а дополнение к ним – разнообразие природных условий, лесов, традиций лесопользования определяют способы и масштабы рубок [2, 7, 9, 12].

А что в России? Этот вопрос задавали и авторы статей [4, 15]. Можно с сожалением констатировать, что русскоязычные публикации недоступны специалистам в других странах. А как раз в этом направлении России есть, что показать. Статья “Variable retention forestry in European boreal forests in Russia” [15] очень коротко продемонстрировала, что в России еще во времена Петра I закладывались элементы VRF – были изданы запреты на сплошные рубки по берегам рек и озер, которые сохраняются в различной форме и до сих пор. В советские времена оставление на лесосеке деревьев и порубочных остатков и другие элементы VRF были обусловлены, главным образом, экономическими интересами развития лесной промышленности, которые закреплялись в нормативной базе и вошли в учебники лесоводства (условно-сплошные рубки). На сегодняшний день передовыми можно считать принципы управления защитными лесами (бывшими лесами I группы), выделение особо защитных участков. Говоря расхожими фразами, российское управление лесами настолько отстало, что может стать лидером современного мирового направления, для чего следует активнее писать о достижениях российской лесной науки, как теоретической, так и прикладной в международные журналы. Безусловный интерес представляют рубки начала и середины XX в. с различным количеством оставленных деревьев, так как большинство экспериментов, описанных в статьях специального выпуска имеют не более, чем 20-летнюю историю [4]. Так, первый эксперимент, заложенный в Финляндии по оставлению крупных деревьев осины на рубках с целью сохранения биологического разнообразия, датируется концом 80-х гг. прошлого века [9]. Анализ материалов из России может раздвинуть временные рамки исследований и дать более точные ответы на поставленные авторами статей вопросы.

Хотелось бы акцентировать внимание еще на одном аспекте, показанном в статье Дж. Франклина и Д.С. Донато [3] – какие результаты могут быть получены при взаимодействии законодателей, правительства, бизнеса и независимой науки. Последовательность внедрения VRF в США была такова: общественность через средства массовой информации подняла вопрос о разрушении лесов сплошными рубками, о потере биологического разнообразия и других ресурсов; ответственные лесопользователи обратились к ученым с просьбой обосновать способы рубок, которые при экономической выгоде снижали бы экологические риски; параллельно Конгресс США, озабочившись этими же вопросами, ставит задачи перед лесной службой США. В результате разрабатывается и нормативно закрепляется система, учитывающая интересы лесозаготовителей и ресурсные и культурные потребности населения, и ориентированная на сохранения биологического разнообразия. Фактически в России существует аналогичная система управления. В настоящее время мы наблюдаем повышение интереса законодателей к проблемам лесного хозяйства, появляются ответственные лесопользователи, готовые к внедрению новых технологий лесозаготовки, природоохранные организации многие годы привлекают внимание властных структур к необходимости перемен в лесной отрасли, независимая лесная наука готова предложить к внедрению большое число разработок. Почему же ничего не происходит? Видимо, критический уровень экологизации сознания властных структур и лесопромышленников в России наступит позже – под давлением экономических факторов, и произойдет это как в Финляндии и Швеции после того, как потребители продукции станут отказываться ее принимать без соответствующих сертификатов [9]. Надо отдать должное правительственным структурам Финляндии и Швеции, закрепившим документально развитие лесной отрасли в направлении экологизации и сохранения биологического разнообразия [9].

В целом VRF можно обозначить как компромисс между охраной природы и экономикой, отражающий уровень современных лесозаготовительных технологий и понимание значения сохранения биологического разнообразия во всей его полноте, а также важности многих других экосистемных функций лесов. При этом широко-масштабное внедрение VRF направлено на придание лесному хозяйству более благоприятного экологического имиджа. При относительно небольшом проценте оставляемых деревьев экономические потери от сокращения объемов заготовки и повышения себестоимости кубометра древесины [4] компенсируются снижением затрат на лесовосстановление за счет лучшего роста молодых деревьев [3, 5, 9].

Целью публикации специального выпуска (серии статей) было не только ознакомление широкого круга исследователей с новыми разработками и идеями в лесном хозяйстве, но и демонстрация лесопользователям возможности ведения экономически выгодного, и при этом сохраняющего лесную среду хозяйства [5]. В России накоплен значительный материал по исследованию влияния различных способов рубок на сохранение биологического разнообразия, по сохранению и восстановлению лесной среды, по ускоренному выращиванию лесов. Многие российские технологии согласуются с новой парадигмой лесоводства VRF при том, что были разработаны задолго до ее появления. Идея ведения “правильного” лесного хозяйства в России была обозначена еще Г.Ф. Морозовым в самом начале XX в. [4]. В качестве примеров лесоводственных экспериментов, содержащих идеи VRF, можно привести постепенные рубки лесничего Д.М. Кравчинского 1896 г. и позже, с середины XX в., различные несплошные опытные механизированные рубки: выборочно-постепенные, группово-выборочные, котловинные и др. в Лисинском лесничестве Ленинградской области. Широко распространенное в 40–70-е гг. сохране-

ние подроста и тонкомера, возраст которых в лесах Северо-Запада достигает 100 и более лет, было регламентировано специальной инструкцией в начале 50-х гг. и, безусловно, принесло положительные результаты. Узколесосечные сплошные, а позже чересполосные постепенные рубки обеспечивают поддержание и ускоренное восстановление лесной среды на эксплуатируемых площадях. Добровольно-выборочные рубки в лесах, состоящих из нескольких поколений, обеспечивают непрерывность существования леса на одной и той же территории. Для сохранения всех этих наработок важно только помнить, что периодическая смена поколений техники не является поводом забывать все старое и начинать с нуля, поскольку для леса и его многогранных, жизненно важных для человека ресурсов, эти перемены — всего лишь незначительные отклонения в тысячелетней истории.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ “Карельский научный центр РАН” (Институт леса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

См. REFERENCES

Variable Retention Forestry is Targeted to Preserve the Temporal and Spatial Continuity of Forest Habitats and Ecosystem Functions

A. M. Kryshen'^{a,*}, S. M. Sinkevich^a, E. V. Shorohova^{a,b}

^aForest Research Institute of the Karelian Research Centre, Petrozavodsk, Russia

^bSaint-Petersburg State Forest Technical University, Saint-Petersburg, Russia

*e-mail: kryshen@krc.karelia.ru

Abstract—The Springer journal “Ecosystem processes” has published the thematic issue “Ecological Perspectives on Variable Retention Forestry”. The variable retention forestry (VRF) system is meant to be environmentally friendly by preserving continuously forest habitats. Living trees, deadwood and logging slash are partly retained on harvesting areas. Main focus is on biodiversity. The 15 open access articles came from Finland, Sweden, USA, Canada, Argentina, Australia and Russia. The concept was formally introduced in the USA. However, the system or its elements have been applied in the Northern European countries, including Russia. In Scandinavian countries, VRF considers mimicking natural disturbances that have enabled diversity of many species of animals, plants and fungi.

Keywords: felling, biodiversity, resilience of forest ecosystems, forest law, ecosystem services

ACKNOWLEDGEMENTS

The present study was carried out within the framework of the institutional research project of Forest Research Institute of Karelian Research Centre RAS.

REFERENCES

1. Galetto L., Torres C., Martínez Pastur G.J. 2019. Variable retention harvesting: conceptual analysis according to different environmental ethics and forest valuation. — *Ecological Processes*. 8: 40.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0195-3>
2. Beese W.J., Deal J., Dunsworth B.G., Mitchell S.J., Philpott T.J. 2019. Two decades of variable retention in British Columbia: a review of its implementation and effectiveness for biodiversity conservation. — *Ecological Processes*. 8: 33.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0181-9>
3. Franklin J.F., Donato D.C. 2020. Variable retention harvesting in the Douglas-fir region. — *Ecological Processes*. 9: 8.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0205-5>
4. Gustafsson L., Hannerz M., Koivula M., Shorohova E., Vanha-Majamaa I., Weslien J. 2020. Research on retention forestry in Northern Europe. — *Ecological Processes*. 9: 3. Additional file 1: Supplementary material. 3 Appendix A literature on retention (Excel file with 4 worksheets).
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0208-2>
5. Martínez Pastur G.J., Vanha-Majamaa I., Franklin J.F. 2020. Ecological perspectives on variable retention forestry. — *Ecological Processes*. 9: 12.
<https://doi.org/10.1186/s13717-020-0215-3>
6. Lindenmayer D., Blair D., McBurney L. 2019. Variable retention harvesting in Victoria's Mountain Ash (*Eucalyptus regnans*) forests (southeastern Australia). — *Ecological Processes*. 8: 2.
<https://doi.org/10.1186/s13717-018-0156-2>
7. Martínez Pastur G.J., Rosas Y.M., Toro Manríquez M.T., Herrera A.H., Miller J.A., Cellini J.M., Barrera M.D., Peri P.L., Lencinas M.V. 2019. Knowledge arising from long-term research of variable retention harvesting in Tierra del Fuego: where do we go from here? — *Ecological Processes*. 8: 24.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0177-5>
8. Koivula M., Vanha-Majamaa I. 2020. Experimental evidence on biodiversity impacts of variable retention forestry, prescribed burning, and deadwood manipulation in Fennoscandia. — *Ecological Processes*. 9: 11.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0209-1>
9. Kuuluvainen T., Lindberg H., Vanha-Majamaa I., Keto-Tokoi P., Punttila P. 2019. Low-level retention forestry, certification, and biodiversity: case Finland. — *Ecological Processes*. 8: 47.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0198-0>
10. Scott R.E., Neyland M.G., Baker S.C. 2019. Variable retention in Tasmania, Australia: trends over 16 years of monitoring and adaptive management. — *Ecological Processes*. 8: 23.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0174-8>
11. Lindberg H., Punttila P., Vanha-Majamaa I. 2020. The challenge of combining variable retention and prescribed burning in Finland. — *Ecological Processes*. 9: 4.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0207-3>
12. Palik B.J., D'Amato A.W. 2019. Variable retention harvesting in Great Lakes mixed-pine forests: emulating a natural model in managed ecosystems. — *Ecological Processes*. 8: 16.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0171-y>
13. Cavallero L., Ledesma M., López D.R., Carranza C.A. 2019. Retention and redistribution of biological legacies generate resource sinks in silvopastoral systems of Arid Chaco forests. — *Ecological Processes*. 8: 27.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0180-x>
14. Toro Manríquez M.D.R., Cellini J.M., Lencinas M.V., Peri P.L., Peña Rojas K.A., Martínez Pastur G.J. 2019. Suitable conditions for natural regeneration in variable retention harvesting of southern Patagonian *Nothofagus pumilio* forests. — *Ecological Processes*. 8: 18.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0175-7>
15. Shorohova E.V., Sinkevich S.M., Kryshen A.M., Vanha-Majamaa I. 2019. Variable retention forestry in European boreal forests in Russia. — *Ecological Processes*. 8: 34.
<https://doi.org/10.1186/s13717-019-0183-7>