

УДК 556.512

## **ВЛИЯНИЕ РУБОК НА СТОК С ЛЕСОПОКРЫТОЙ ЧАСТИ ВОДОСБОРА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА**

**Ю. В. Карпечко**

*Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН*

Хозяйственная деятельность на водосборах рек и озер оказывает заметное влияние на формирование водных ресурсов. Около 65 % водосбора Онежского озера занято лесом, поэтому лесохозяйственные и лесопромышленные работы играют важную роль в формировании стока с него. По опубликованным данным установлены характеристики произрастающего на водосборе древостоя и площади, планируемые под сплошные рубки. Приведены определения понятий коренного и производного леса. Отмечено, что временная изменчивость стока с коренного леса обуславливается только метеорологическими характеристиками; сток с производного леса в большой степени зависит от антропогенных факторов. Предложено антропогенную составляющую стока определять по разнице между фактическим стоком и стоком, который бы сформировался с этого же водосбора, но занятого коренным лесом. Отмечена близость по условиям формирования водного баланса между коренными и спелыми производными лесами. Рассчитано, что за счет большего испарения фактический сток с производного леса меньше стока, сформированного на том же водосборе, но в спелых и перестойных лесах. Это объясняется омоложением древостоя и большей интенсивностью процессов в молодом древостое. Площадь водосбора Онежского озера, с которой возможно удаление древостоя сплошными рубками, составляет около 244 км<sup>2</sup>. Для оценки изменения стока после сплошных рубок использовалась разработанная ранее методика. Получены данные, что общее увеличение годового стока с водосбора в первый год после сплошных рубок может достигать 49,4 млн м<sup>3</sup>.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** коренные и производные леса; сплошные рубки; испарение; сток.

### **Yu. V. Karpechko. LOGGING EFFECTS ON RUNOFF FROM THE FORESTED PART OF THE CATCHMENT OF LAKE ONEGA**

Human activity in the catchments of rivers and lakes produces significant influence on the formation of water resources. About 65 % of the Lake Onega catchment area is occupied by forest, so forest management plays an important role in the formation of runoff from it. The characteristics of the stand growing in the catchment and areas designated for clear cutting were determined from published data. The definitions are given for the concepts of old-growth (primary) and secondary forest. It is remarked that the temporal variability of runoff from old-growth forests is controlled by meteorological conditions only, whereas runoff from secondary forests significantly depends on anthropogenic factors. It is proposed to estimate the anthropogenic component in runoff as the difference between the actual flow and the flow that would have come from the same catchment area had it been covered in old-growth forest. It is noted that there is high similarity in the formation of the water balance between old-growth and mature secondary forests. Our calculations

show that owing to greater evaporation actual runoff from a secondary forest is lower than runoff from mature and overmature forests in the same catchment. This situation is due to stand rejuvenation and a higher rate of processes in a young stand. The area where removal of the stand by clear cutting is possible in the catchment of Lake Onega is about 244 km<sup>2</sup>. To estimate how clear cutting would modify the runoff a previously developed technique was used. The resultant data show that the total increase in annual runoff from the catchment in the first year after clear cutting may reach 49.4 million m<sup>3</sup>.

**Key words:** old-growth and secondary forests; clear cuttings; evaporation; runoff.

---

## **Введение**

Оценки влияния антропогенных факторов на водные ресурсы, полученные для различных природных условий, позволят более рационально и обоснованно с точки зрения экологии и экономики планировать деятельность человека.

Большая часть водосбора Онежского озера занята лесом, где основными видами хозяйственной деятельности являются лесохозяйственные и лесопромышленные работы, включающие различные рубки, поэтому важную задачу составляет оценка их влияния на формирование стока. Целью данной работы является получение величины возможного изменения годового стока после ежегодных рубок в объеме расчетной лесосеки и оценка влияния возрастной структуры древостоя, сформировавшейся в результате многолетних лесозаготовок, на величину годового стока.

## **Характеристика лесопокрытой части водосбора Онежского озера**

В зависимости от роли различных факторов в формировании и функционировании лесных экосистем, а также от временной структуры древостоя все леса таежной зоны можно разделить на коренные (девственные) и производные. К коренным относят те лесные экосистемы, которые длительное время (более 300 лет) не подвергались воздействию антропогенных и природных катастрофических факторов (рубки, ветровалы, массовое размножение вредителей, пожары и т. д.). Из приведенных в литературе определений [Волков, 1999] следует, что коренные леса представляют собой относительно устойчивую фазу естественного развития лесных сообществ, наиболее соответствующую экологическим условиям данной местности и в данный геологический период. Устойчивость в функционировании этих экосистем позволяет сделать вывод, что в однотипных коренных лесах вариации испарения и стока связаны в большей степени

с колебаниями метеорологических и климатических характеристик. Антропогенные факторы могут опосредованно проявляться через процессы в атмосфере, влияющие, в частности, на температуру воздуха и осадки.

Нарушенные хозяйственной деятельностью или природными факторами коренные леса называют производными. На большей части производных лесов ведутся лесозаготовительные работы, среди которых по своим последствиям выделяются сплошные рубки. Такими рубками с конкретного участка полностью удаляется древостой. Их ежегодное повторение на достаточно крупном (относительно площади ежегодных рубок) водосборе приводит к созданию на нем лесных участков, характеризующихся различием возраста растущего древостоя. Поскольку существует зависимость испарения и стока от возраста древостоя [Карпечко, Бондарик, 2010], то доля вклада в общий сток каждого из этих участков будет различной.

В настоящее время большая часть древесины заготавливается выборочными рубками. В этом случае кардинальных преобразований растительного покрова на лесосеке не происходит, однако меняются полнота, состав и возрастная структура древостоя, что отражается на формировании испарения и стока, хотя и в меньшей степени, чем после сплошных рубок.

Лесной фонд водосбора находится в ведении лесохозяйственных организаций Республики Карелия, Архангельской, Вологодской и Ленинградской областей. Карельская часть лесного фонда расположена на территориях семи центральных лесничеств, и характеристики этой категории земель и древостоя приведены в Интернете [Лесной план..., Лесохозяйственные регламенты...]. На водосборе находится национальный парк «Водлозерский» (особо охраняемая природная территория). Отведенная под парк площадь земель лесного фонда на территории Карелии составляет 1271,08 км<sup>2</sup>, а остальная часть парка (3410,85 км<sup>2</sup>) расположена в Архангельской области. Информация о лесном фонде

Таблица 1. Лесистость и некоторые характеристики лесопокрытой части водосбора Онежского озера

Водосбор	Площадь, км <sup>2</sup>			Лесистость, %
	Лесопокрытая	Хвойные	Лиственные	
53 100	36 320,4	29 056,32	7 264,08	68

Таблица 2. Распределение площади (км<sup>2</sup>) и запасов древесины (тыс. м<sup>3</sup>) на лесопокрытой части водосбора Онежского озера по группам пород и по группам возраста

Показатели	Всего	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	В том числе перестойные
Хвойные						
Площадь	29 056,32	10 899,48	6 577,08	2 222,79	9 356,97	4 805,1
Запас	328 272,2	49 334,53	77 320,35	39 783,67	161 833,7	72 314,79
Лиственные						
Площадь	7 264,08	1 269,06	2 948,01	840,63	2 206,38	1 260,8
Запас	81 417,5	4 781,4	23 243,2	9 363,9	44 029,1	15 674,1

национального парка, использованная для определения общей лесистости и характеристик древостоя водосбора озера, взята из [Ананьев и др., 2006]. В Вологодской области земли водосбора Онежского озера входят в центральное лесничество Вытегорское [Лесной план..., Лесохозяйственные регламенты...]. Доля земель Ленинградской области, входящих в водосбор собственно Онежского озера (без учета Ивинского разлива), небольшая, поэтому при оценке характеристик лесопокрытой части водосбора не учитывалась.

Земли большинства центральных лесничеств выходят за пределы водосборной площади. В этой связи при определении лесистости и различных характеристик леса для водосборной территории всего озера было принято, что все интересующие нас показатели лесного фонда распределены по площади лесничества равномерно. Это позволяет принимать искомые характеристики леса всего водосбора озера, с некоторыми погрешностями, как среднеарифметические величины из данных по лесничествам. Поскольку в водосборную площадь входит большая часть рассматриваемых центральных лесничеств и на их территориях изменчивость определяемых показателей невелика, то можно полагать, что получаемые таким образом величины достаточно точно характеризуют лесопокрытую часть водосбора Онежского озера (табл. 1).

Водосбор Онежского озера расположен в таежной зоне, поэтому древесная растительность представлена в основном хвойными породами (около 80 %), и, соответственно, около 20 % лесопокрытой территории занимают лиственные породы. Среди хвойных пород с небольшим «перевесом» преобладает сосна. На ее долю приходится около 58 %

занятой хвойными породами территории. Лиственные породы представлены в основном березняками.

На значительной части лесного фонда водосбора Онежского озера интенсивно велись лесозаготовительные работы, поэтому среди хвойных пород преобладают молодняки, хотя немалая часть площади занята спелым и перестойным лесом (табл. 2). Среди этой возрастной группы достаточно большая территория занята перестойным древостоем, к которому относятся и коренные леса.

Интенсивные временные изменения гидрофизических и гидрологических процессов, а также условий формирования химического состава стекающих с водосборов вод происходят в молодняках и средневозрастных лесах [Карпечко, Бондарик, 2010]. Наибольшие запасы древесины, конечно, сконцентрированы на участках, занятых спелым и перестойным древостоем.

Рубки в производных лесах в зависимости от их вида служат для решения различных задач: уход за лесом и заготовка древесины. Правила их выполнения описаны в Лесном кодексе, в приложениях к нему и в соответствующих региональных документах [Лесной кодекс..., 2016]. Планируемый размер площадей для выполнения рубок ухода составляет 0,6–0,8 % от лесопокрытой площади, при этом фактический объем работ ограничивается часто меньшими показателями. Так, в 2014 году в Карелии уход за лесом был выполнен на площади, составляющей 26 % от планируемой [Государственный доклад..., 2015].

Задачу по заготовке древесины решают выборочными и сплошными рубками. К выборочным относятся те рубки, при которых на соответствующих землях или земельных участках

Таблица 3. Планируемые ежегодные площади сплошных рубок и объемы заготавливаемой при этом древесины в пределах водосбора Онежского озера

Всего		Хвойный		Лиственный		Доля от лесопокрытой		
площадь	объем	площадь	объем	площадь	объем	всего	хв.	лист.
га	тыс. м <sup>3</sup>	га	тыс. м <sup>3</sup>	га	тыс. м <sup>3</sup>	%	%	%
24 435	4380	16 533	2970	7902	1391	0,67	0,46	0,22

вырубается часть деревьев и кустарников. Эти рубки различаются между собой по объему вырубемой древесины (интенсивности) и по технологии производства работ. Важным при оценке гидрологической роли выборочных рубок является правило, в соответствии с которым обеспечивается формирование устойчивых лесных насаждений из второго яруса и подроста и исключается полная очистка даже небольших площадей от древостоя.

Наибольший преобразовательный эффект гидрологических процессов на участке леса происходит после сплошных рубок. При проведении сплошных рубок удаляются полностью спелые и перестойные лесные насаждения на площади, не превышающей 50 га. На созданных вырубках кардинально меняется интенсивность биологических, гидрофизических и гидрологических процессов, поэтому такие рубки следует относить к основным факторам, определяющим роль человека в формировании количественных характеристик стока и химического состава стекающей с водосбора воды.

В большинстве случаев возраст рубок сосняков и ельников принимают в зависимости от класса бонитета в пределах от 81 до 100 лет, а березняков – от 61 до 70 лет. После рубки на лесном участке начинаются процессы, аналогичные происходящим после предыдущего удаления древостоя на той же самой лесосеке.

Для поддержания условий устойчивого и неистощимого лесопользования количество заготавливаемой древесины в конкретном регионе должно соответствовать расчетной лесосеке (объем вырубемого древостоя), для определения которой существуют различные подходы. Основой всех этих подходов является установление соответствия между объемами вырубемого и прирастающего древостоя.

Площади ежегодных сплошных рубок и объемы вырубемой древесины для водосбора Онежского озера устанавливались нами по лесохозяйственным регламентам лесничеств [Лесохозяйственные регламенты...]. Вычисленные величины площадей сплошных рубок для всего водосбора Онежского озера с учетом допущений, указанных выше, приведены в таблице 3.

Следует отметить, что ежегодные рубки из-за незначительного их объема на водосборе не оказывают заметного влияния на гидрофизические и гидрологические процессы. Однако при выполнении этих работ в течение продолжительного времени на водосборе создается определенная возрастная структура древостоя, обуславливающая формирование элементов водного баланса и химического состава стекающей воды. Наиболее заметны последствия рубок на стоке в первые 20 лет [Карпечко, Бондарик, 2010]. Близкая к этой величине продолжительность периода с пониженным стоком (18 лет) указана в работе [Ide et al., 2013]. Нужно отметить, что часть этого периода лишённая древостоя вырубка не относится к лесопокрытой площади.

### Изменение стока в первый год после сплошных рубок

Максимальное снижение суммарного испарения и максимальное увеличение стока наблюдаются, как правило, в первый год после рубок ухода, выборочных и сплошных. Наиболее значительными последствиями характеризуются, как отмечено выше, сплошные рубки, поэтому оценки изменения для данного года величин этих элементов водного баланса из-за масштабов преобразований представляют наибольший интерес.

Результаты исследований изменения стока после полного удаления древостоя, проводимых в различных районах лесной зоны (от тайги до тропических лесов), свидетельствуют о возможном увеличении стока до 90 % [Bosch, Hewlett, 1982]. Из данных наблюдений в лесах России и выполненных расчетов следует, что после сплошных рубок испарение в продуктивных лесах снижается на 50–60 % [Крестовский, 1986; Карпечко, Мясникова, 2014].

В первый год после рубок, продолжительность которых на конкретной лесосеке в соответствии с правилами не должна превышать 12 месяцев, растительный покров по своему составу и массе мало отличается от того, который произрастал под кронами древостоя. На этом основана оценка происходящих изменений испарения и стока в предложенном в работе

Таблица 4. Изменение стока после сплошных рубок на водосборе Онежского озера

Характеристика	Сосняк		Ельник		Березняк	
	мм	млн м <sup>3</sup>	мм	млн м <sup>3</sup>	мм	млн м <sup>3</sup>
Изменение стока	159	13,7	187	14,1	274	21,6
Сток с вырубки	484	41,6	516	38,9	522	41,2

[Карпечко, Мясникова, 2014] методе. С использованием данного метода выполнялась работа для водосбора Онежского озера.

Искомая величина (изменение испарения после рубок) представляет собой разницу между испарением с вырубки ( $E_{cl}$ ) и испарением с леса до воздействия ( $E_f$ ):

$$dE = E_{cl} - E_f \quad (1)$$

Годовое суммарное испарение с леса рассчитывается по уравнению [Крестовский, 1986; Карпечко, Бондарик, 2010]:

$$E_f = E_t + E_i + E_s, \quad (2)$$

где  $E_t$  – транспирация древостоя;  $E_i$  – испарение задержанных пологом леса атмосферных осадков;  $E_s$  – испарение с наземного покрова.

Методы определения составляющих суммарного испарения и всех необходимых для их расчетов параметров приведены в различных публикациях, в том числе в [Карпечко, Бондарик, 2003; Карпечко, Бондарик, 2010; Карпечко, Мясникова, 2014].

Испарение непосредственно с вырубки предлагается определять с использованием следующего равенства:

$$E_{cl} = k_s E_s, \quad (3)$$

где  $k_s$  – переходный коэффициент от испарения под пологом леса к испарению с вырубки.

После подстановки (2) и (3) в (1) и простых преобразований получается уравнение для оценки изменения испарения после воздействия:

$$dE = E_s (k_s - 1) - (E_t + E_i). \quad (4)$$

Изменение годового стока в лесах водосбора Онежского озера оценивалось соответственно по следующему уравнению:

$$dY = - (E_s (k_s - 1) - (E_t + E_i)). \quad (5)$$

Для определения переходного коэффициента ( $k_s$ ) в [Карпечко, Мясникова, 2014] предложена следующая зависимость:

$$k_s = \exp(0,18LAI). \quad (6)$$

Расчеты изменения стока после сплошных рубок для водосбора Онежского озера выполнялись с учетом данных, приведенных в таблице 3, и осредненных по всему водосбору

метеорологических характеристик. Результаты расчета приведены в таблице 4.

Следовательно, общее увеличение годового стока с водосбора Онежского озера в первый год после рубок в соответствии с планами лесозаготовок на ближайшее десятилетие за счет сплошных рубок может достигать 49,4 млн м<sup>3</sup>. Такое увеличение притока в озеро равносильно появлению новой реки с площадью водосбора около 150 км<sup>2</sup>.

### Оценка антропогенной составляющей стока

После лесовосстановления на вырубках хвойный лес в своем росте и развитии проходит следующие стадии: молодняки (1–40 лет), средневозрастные (41–80 лет), приспевающие (81–100 лет), спелые (101–140 лет) и перестойные (более 141 года) [Лесной кодекс, 2016]. От начала зарастания деревьями вырубки и до возраста, характеризующегося наиболее интенсивными физиологическими процессами, происходит рост испарения и снижение стока с этого участка. На водосборе Онежского озера в зависимости от лесорастительных условий максимальное испарение с леса, основную часть которого составляет транспирация, можно ожидать в возрасте от 70 до 120 лет в хвойном и от 50 до 80 лет в лиственном древостое. С ухудшением продуктивности леса отмечается смещение максимального за период роста и развития леса в сторону старшего возраста. Со спелого леса испарение снижается, и минимальных значений оно достигает в перестойном древостое, составляющем основу коренного леса, характеризующегося стабилизацией всех протекающих в нем процессов [Карпечко, Бондарик, 2010]. Промышленные заготовки древесины на водосборе озера проводят, в соответствии с рекомендациями, в спелых лесах.

Антропогенная составляющая стока с лесного участка определяется разницей между величиной стока, сформированного в условиях существующего состояния лесного участка, и его величиной, которая бы сформировалась при условии, что данная площадь покрыта коренным лесом.

Использованное для определения искомой величины выражение основано на решении

уравнений водного баланса относительно стока для существующего леса и для условий коренного леса. Это выражение, элементы которого представлены в объемных единицах, имеет следующий вид [Карпечко, Бондарик, 2010]:

$$W_{an} = -\sum (F_{for\ i\ m} E_{i\ f})/10^8 + F_{for} E_{mat}/10^8, \quad (7)$$

где  $W_{an}$  – антропогенная составляющая стока за год с лесопокрытой площади, км<sup>3</sup>;  $F_{for\ i\ m}$  – площадь лесного фонда, занятая  $i$ -й породой древостоя, осредненного для расчетной площади возраста, га;  $F_{for}$  – лесопокрытая площадь лесного фонда, га;  $E_{i\ f}$  – годовое испарение с площади лесного фонда, занятой  $i$ -й породой древостоя, осредненного для всей расчетной площади возраста, мм;  $E_{mat}$  – годовое средневзвешенное испарение со спелого и перестойного елового и соснового древостоя, мм.

Годовое суммарное испарение с площади лесного фонда, занятой  $i$ -й породой древостоя, осредненного для всей расчетной площади возраста, рассчитывалось по формуле (2). При расчете использовалась информация, приведенная в таблицах 1 и 2. Следует отметить, что поскольку рубки ухода и выборочные рубки не выводят лесосеки из лесопокрытой части лесного фонда, то их таксационные характеристики учитываются в приведенных в таблицах данных. Следовательно, гидрологическая роль этих видов деятельности также учитывается при расчете по (7).

Из-за отсутствия информации о распределении по площади разных по возрасту пород древостоя в расчетах использовали осредненный для каждой породы по исследуемой территории возраст. Сток с леса определялся дифференцированно с учетом вклада каждой породы.

Коренные леса могут между собой различаться по возрастной структуре, однако, как показано многими исследователями, в частности А. Д. Волковым [1999] и В. А. Ананьевым с коллегами [2006], основной запас древесины формируется из спелого и перестойного древостоя. Следовательно, древостой этих возрастных групп определяет формирование водного баланса на участках коренного леса. Этот вывод подтверждается расчетами для сосняка брусничного и ельника черничного, показывающими практическое соответствие для однотипных древостоев величин испарения с коренных лесов с одной стороны и спелых, а также перестойных производных лесов с другой стороны [Карпечко, Бондарик, 2010]. О близости перестойных лесов к коренным с экологической точки зрения указано в работе [Романюк и др.,

2009]. Следовательно, отсутствующие в материалах лесоустройств данные о коренных лесах можно при расчетах по (7) заменить информацией о спелых и перестойных лесах. Полученная по (7) величина представляет собой как абсолютную (разница между стоком с растущего леса и стоком с коренного леса), так и относительную (разница между стоком с растущего леса и стоком со спелого леса перед рубкой) оценку изменения стока после рубок [Карпечко, Бондарик, 2010].

Поскольку основой растительной жизни тайги являются хвойные породы древостоя, а появление лиственных пород связано в большей степени с деятельностью человека, то при расчете испарения, характеризующего коренные леса, использовались только данные, полученные для сосняков и ельников. В качестве расчетной величины принималось средневзвешенное испарение с учетом площади, занимаемой каждой из этих пород.

Расчеты выполнялись для каждого из лесничеств, для водосбора Онежского озера принималась среднеарифметическая из полученных результатов величина антропогенной составляющей стока.

Для всех лесничеств отмечено снижение годового стока с лесопокрытой территории из-за деятельности человека. Это обусловлено тем, что лесопромышленные работы приводят к омоложению древостоя. В лесу увеличивается доля деревьев, характеризующихся более интенсивными физиологическими процессами, в том числе более интенсивным потреблением минеральных веществ из почвы и интенсивной транспирацией, составляющей большую часть суммарного испарения с леса. Для всех лесничеств величина снижения испарения меняется от –5 до –25 мм. В среднем для лесопокрытой части водосбора Онежского озера величину антропогенной составляющей стока можно принять равной –16 мм. В объемных единицах отрицательное влияние лесозаготовительной деятельности на водные ресурсы для исследуемой территории составляет около 0,6 км<sup>3</sup>. Эта величина соответствует водности реки с площадью водосбора около 1700–1800 км<sup>2</sup>.

## Заключение

Лесистость водосбора Онежского озера, определенная по опубликованным в Интернете лесохозяйственным регламентам, составляет около 65 %. Большая часть лесопокрытой территории представлена хвойными породами (около 80 %). Среди них преобладает сосна, на долю которой приходится около 58 %

занятой хвойными породами территории. Лиственные породы представлены в основном березняками.

Наибольший преобразовательный эффект гидрологических процессов на участке леса происходит после сплошных рубок, при проведении которых удаляются полностью спелые и перестойные лесные насаждения на площади, не превышающей 50 га. На созданных вырубках кардинально меняется интенсивность биологических, гидрофизических и гидрологических процессов, поэтому эти рубки следует относить к основным факторам, определяющим роль человека в формировании количественных характеристик стока и химического состава стекающей с водосбора воды. После рубок происходит резкое снижение испарения и увеличение стока. Для водосбора Онежского озера в первый год после рубок это увеличение стока, согласно расчетам, в среднем составляет 210 мм, при этом в объемных единицах приток в озеро возрастает на 49,4 млн м<sup>3</sup>.

Рост и развитие древостоя после лесовосстановления на вырубках сопровождается увеличением испарения до возраста леса, характеризующегося максимальной интенсивностью физиологических процессов в древесной растительности. В спелом лесу испарение снижается, и минимальных значений оно достигает в коренном лесу, состоящем в большой степени из перестойных деревьев и характеризующемся стабилизацией всех протекающих в нем процессов. Лесозаготовительная деятельность приводит к омоложению древостоя, следовательно, к увеличению той его доли, которая характеризуется более интенсивной транспирацией, составляющей основную часть суммарного испарения с леса. Увеличение испарения сопровождается снижением стока с лесного участка. В среднем для лесопокрывной части водосбора Онежского озера величину антропогенной составляющей стока можно принять равной –16 мм. В объемных единицах отрицательное влияние лесозаготовительной деятельности на водные ресурсы для исследуемой территории составляет около 0,6 км<sup>3</sup>.

## Литература

Ананьев В. А., Раевский Б. В., Грабовик С. И. Коренные еловые леса национального парка «Водлозерский»: структура, динамика и состояние // Водлозерские чтения: Естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных

территориях Русского Севера. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. С. 88–93.

Волков А. Д. Сравнительная оценка экологической роли и биологической специфики коренных и производных лесов северо-запада таежной зоны России // Коренные леса таежной зоны Европы: современное состояние и проблемы сохранения. Петрозаводск: СДВ-ОПТИМА, 1999. С. 9–16.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2014 году. Петрозаводск: Verso, 2015. 272 с.

Карпечко Ю. В., Бондарик Н. Л. Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 225 с.

Карпечко Ю. В., Мясникова Н. А. Оценка изменения элементов водного баланса в первый год после рубок в таежной зоне Европейского Севера России // Уч. зап. Рос. гидромет. ун-та. 2014. № 33. С. 31–44.

Крестовский О. И. Влияние рубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 118 с.

Лесной кодекс РФ (ЛК) 2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://leskod.ru/> (дата обращения: 03.01.2016).

Лесной план Вологодской области // Департамент лесного комплекса Вологодской области [Электронный ресурс]. URL: [http://www.forestvologda.ru/page/wood\\_plan](http://www.forestvologda.ru/page/wood_plan) (дата обращения: 25.12.2015)

Лесной план Республики Карелия // Карелия официальная [Электронный ресурс]. URL: <http://gov.karelia.ru/gov/Legislation/lawbase.html?lid=12412> (дата обращения: 25.12.2015).

Лесохозяйственные регламенты лесничеств Вологодской области до 2018 года // Департамент лесного комплекса Вологодской области [Электронный ресурс]. URL: [http://www.forestvologda.ru/page/regulations\\_of\\_forest\\_areas](http://www.forestvologda.ru/page/regulations_of_forest_areas) (дата обращения: 25.12.2015).

Лесохозяйственные регламенты центральных лесничеств Карелии на 2012–2021 годы // Карелия официальная [Электронный ресурс]. URL: [http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh\\_regl21.html](http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh_regl21.html) (дата обращения: 25.12.2015).

Романюк Б. Д., Загидуллина А. Т., Кнize А. А. Природоохранное планирование ведения лесного хозяйства. СПб.: WWF России, 2009. 32 с.

Bosch J. M., Hewlett J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration // J. of Hydrology, 1982, 55, p. 3–23.

Ide J., Finer L., Lauren A., Piirainen S., Launainen S. Effects of clear-cutting on annual and seasonal runoff from a boreal forest catchment in eastern Finland // Forest Ecology and Management. 2013. Vol. 304. P. 482–491.

Karpechko Yu. V., Bondarik N. L. Effect of potential warming on evapotranspiration from forest catchments in Karelia // Nordic Hydrology. 2003. Vol. 34, no. 3. P. 147–160.

Поступила в редакцию 20.01.2016

## References

- Anan'ev V. A., Raevskij B. V., Grabovik S. I. Korennye elovye lesa nacional'nogo parka "Vodlozerskij": struktura, dinamika i sostojanie [Indigenous spruce forests of the "Vodlozersky" national Park: structure, dynamics and status]. *Vodlozerskie chtenija: Estestvennonauchnye i gumanitarnye osnovy prirodohrannoj, nauchnoj i prosvetitel'skoj dejatel'nosti na ohranjaemyh prirodnyh territorijah Russkogo Severa* [Vodlozero readings: scientific and humanitarian basis of environmental and educational activities on the protected areas of Russian North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2006. P. 88–93.
- Volkov A. D. Sravnitel'naja ocenka jekologicheskoj roli i biologicheskoj specifiki korennyh i proizvodnyh lesov severo-zapada taezhnoj zony Rossii [Comparative assessment of the ecological role and biological specificity of indigenous and derived forests of the Northwest Russian taiga]. *Korennye lesa taezhnoj zony Evropy: sovremennoe sostojanie i problemy sohraneniya* [Indigenous forests of the European taiga: current condition and conservation problems]. Petrozavodsk: SDV-OPTIMA, 1999. P. 9–16.
- Gosudarstvennyj doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy respubliky Karelija v 2014 godu [State report on the condition of the environment of the Republic of Karelia in 2014]. Petrozavodsk: Verso, 2015. 272 p.
- Karpechko Ju. V., Bondarik N. L. Gidrologicheskaja rol' lesohozjajstvennyh i lesopromyshlennyh rabot v taezhnoj zone Evropejskogo Severa Rossii [Hydrological role of forest management and forestry industry activities in the taiga zone of Russian European North]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2010. 225 p.
- Karpechko Ju. V., Mjasnikova N. A. Ocenka izmeneniya jelementov vodnogo balansa v pervyj god posle rubok v taezhnoj zone Evropejskogo Severa Rossii [Estimation of water balance terms changes during the first year after logging in the taiga zone of the northern European Russia]. *Uch. zap. Ros. gidromet. un-ta* [Proc. Russ. State Hydrometeorological Univ.]. 2014. No. 33. P. 31–44.
- Krestovskij O. I. Vlijanie vyrubok i vosstanovleniya lesov na vodnost' rek [The effect of felling and reforestation on water resources of rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 118 p.
- Lesnoj kodeks RF (LK). 2016 [The forest code of the Russian Federation (LK)]. URL: <http://leskod.ru/> (accessed: 03.01.2016).
- Lesnoj plan Vologodskoj oblasti [The forest plan of the Vologda region]. Departament lesnogo kompleksa Vologodskoj oblasti [The department of forestry complex of the Vologda Region]. URL: [http://www.forestvologda.ru/page/wood\\_plan](http://www.forestvologda.ru/page/wood_plan) (accessed: 25.12.2015).
- Lesnoj plan Respubliki Karelija [The forest plan of the Republic of Karelia]. *Kareliya ofitsial'naya* [The official Karelia]. URL: <http://gov.karelia.ru/gov/Legislation/law-base.html?lid=12412> (accessed: 25.12.2015).
- Lesohozjajstvennye reglamenti lesnichestv Vologodskoj oblasti do 2018 goda [Forest management procedures of forest districts of the Vologda region up until 2018]. Departament lesnogo kompleksa Vologodskoj oblasti [The department of forestry complex of the Vologda Region]. URL: [http://www.forestvologda.ru/page/regulations\\_of\\_forest\\_areas](http://www.forestvologda.ru/page/regulations_of_forest_areas) (accessed: 25.12.2015).
- Lesohozjajstvennye reglamenti lesnichestv Karelii na 2012–2021 gody [Forest management procedures of forest districts of Karelia for the years 2012–2021]. *Kareliya ofitsial'naya* [The official Karelia]. URL: [http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh\\_regl21.html](http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh_regl21.html) (accessed: 25.12.2015).
- Romanjuk B. D., Zagidullina A. T., Knize A. A. Prirodohrannoe planirovanie vedeniya lesnogo hozjajstva [Environmental planning of forest management]. St. Petersburg: WWF Rossii, 2009. 32 p.
- Bosch J. M., Hewlett J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J. of Hydrology*, 1982, 55, p. 3–23.
- Ide J., Finer L., Lauren A., Piirainen S., Launainen S. Effects of clear-cutting on annual and seasonal runoff from a boreal forest catchment in eastern Finland. *Forest Ecology and Management*. 2013. Vol. 304. P. 482–491.
- Karpechko Yu. V., Bondarik N. L. Effect of potential warming on evapotranspiration from forest catchments in Karelia. *Nordic Hydrology*. 2003. Vol. 34, no. 3. P. 147–160.

Received January 20, 2016

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

**Карпечко Юрий Васильевич**  
ведущий научный сотрудник, д. г. н.  
Институт водных проблем Севера  
Карельского научного центра РАН  
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185030  
эл. почта: karp@nwpi.krc.karelia.ru  
тел.: +79114101398

## CONTRIBUTOR:

**Karpechko, Yury**  
Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
50 A. Nevsky St. 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: karp@nwpi.krc.karelia.ru  
tel.: +79114101398