

УДК 630: 228(23)

ЭКОЛОГО-ЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ДИНАМИКИ СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Дюкарев В.Н., Кожевникова Н.К.

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток,
e-mail: dyukarev@ibss.dvo.ru, Nkozhevnikova@ibss.dvo.ru*

Особенностью длительного естественного развития коренных лесов является накопление в них больших запасов фитомассы и максимальная выработанность основных компонентов фитоценозов, что в значительной степени определяет стабильность выполняемых ими экологических функций в речных бассейнах разного ранга. На примере ландшафтно-гидрологического комплекса крупного речного бассейна в зонах формирования, транзита и концентрации вод (верхний, средний и нижний горные пояса) показано изменение защитных свойств лесного покрова в связи с происходящими процессами отрицательной динамики структуры и продуктивности лесов Южного Сихотэ-Алиня. Опытные эколого-гидрологические исследования на уровне элементарных бассейнов, проведенные на объектах Верхнеуссурийского лесного стационара, растительный покров которого репрезентативен для горных бассейнов региона. Показатели надземной биомассы и ее структуры получены для основных типов леса, что позволило увязать результаты опытных и массовых наблюдений с оценкой экологической роли лесов на больших территориях. Бассейновый подход позволяет прогнозировать предельно допустимые трансформации лесных экосистем и темпы восстановления функциональной роли лесного покрова.

Ключевые слова: водоохранные и защитные функции, лесные экосистемы, горные водосборы, речной сток, высотная поясность, биологическая продуктивность, экологический потенциал лесов

FUNCTIONAL POTENTIAL OF MOUNTAIN LANDSCAPES IN CONNECTION WITH ANTHROPOGENIC DYNAMICS OF STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF SOUTHERN SICHOTE-ALIN FORESTS

Dyukarev V.N., Kozhevnikova N.K.

*Biology and Soil Science Institute, FEB RAS, Senior Sc. researcher, Vladivostok,
e-mail: dyukarev@ibss.dvo.ru, Nkozhevnikova@ibss.dvo.ru*

On the example of mountain forest landscapes of the Ussuri river basin (5,3 thousand km²), the estimation of change of eko-protective properties of a forest cover in waters formation zones, (the top mountain level), transit of waters (an average level of mountains) and concentration of waters (the low mountain level) in connection with occurring processes of negative dynamics of structure and productivity of a forest cover of Southern Sichote-Alin mountain system is carried out. Feature of long-term history of natural forests is the accumulation of large stocks of them in the biomass and the maximum depletion of the main components of plant communities, which largely determines the stability of the ecological functions they perform in the river basins of different rank. Experienced environmental and hydrological studies at the elementary level basin held at the facilities Verchneussuriisk experimental forest station, which is representative vegetation for mountain basins in the region. Indicators of aboveground biomass and its structure are obtained for the major forest types, allowing to link the results of experimental and observational mass estimation the ecological role of forests over large areas. Basin approach has allowed to predict the maximum allowable transformation of forest ecosystems and the recovery rates of the functional role of forest cover.

Keywords: water protective functions, forest ecosystems, mountain watersheds, river flow, high-altitude zone, biological productivity, ecological potential of forests

В горных условиях негативное влияние промышленных рубок проявляется в существенном преобразовании растительного и почвенного покрова, лесные сообщества интенсивно разрушаются, а их восстановление идет крайне медленно, возникают глубокие изменения эколого-защитных функций лесов. Для лесных территорий Юга ДВ России эти проблемы стали особенно актуальными в последние 10–15 лет в связи с тем, что вырубке стали подвергаться коренные леса в самых верховьях рек, изменение гидрологического режима которых в значительной степени отражается на большей части нижележащих территорий. Одним из ведущих параметров экологического потенциала лесов считается величина

накопленной биомассы, во многом определяемой условиями природной среды [1, 9], что может быть оценено по показателям биологической продуктивности лесных экосистем и особенностям распределения надземной биомассы в пространстве [3]. Особенностью горных лесов Сихотэ-Алиня является то, что даже при происходящих слабо контролируемых рубках главного пользования показатель лесистости территории здесь существенно не изменяется. Это связано с многопородностью и высоким восстановительным потенциалом этих лесов в южных широтах. Качественное же состояние лесного покрова постоянно ухудшается, снижаются экологические функции лесов, а восстановительные процессы

коренных лесов в режиме саморегуляции часто уже невозможны без искусственного лесовосстановления.

Цель нашей работы – на примере природного комплекса верхней части бассейна р. Уссури (более 5,3 тыс. км²) оценить изменение эколого-защитных свойств лесного покрова в зонах формирования, (верхний пояс гор), транзита вод (средний пояс гор) и концентрации вод (нижний горный пояс), в связи с происходящими негативными процессами динамики структуры и продуктивности лесов Южного Сихотэ-Алиня.

Материалы и методы исследований

Верхняя часть бассейна реки Уссури, которая является объектом исследования, – один из пяти относительно замкнутых крупных ландшафтно-гидрологических комплексов (ЛГК) Приморского края. Здесь ярко выражена высотная поясность растительного покрова: горно-тундровые сообщества сменяются пихтово-еловыми лесами (800–1300 м над ур. м.); кедрово-широколиственные (300–800 м над ур. м.) – долинными широколиственными лесами. Лесные земли на исследуемой территории занимают более 90%, и основные проблемы нарушенности лесов здесь тесно связаны с лесозаготовками и их последствиями. Гидрографическая сеть бассейна включает более 3 тыс. рек, 90% из них – это малые и очень малые реки с длиной менее 10 км. Речная сеть равномерно распределена по площади, средняя густота ее составляет 0,79 км-км⁻², водность территории – 9,0 л·с⁻¹·км⁻².

Материалы и методы исследований

Экспериментальные данные получены при комплексных биогеоценотических исследованиях на уровне элементарных бассейнов. Наблюдения за элементами водного баланса проведены на постоянных пробных площадях Верхнеуссурийского лесного стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН (ВУС), лесной покров которого репрезентативен для ландшафтов Южного Сихотэ-Алиня. Количественные показатели продуктивности лесных экосистем и гидрологических функций ландшафтов рассчитывались относительно общей площади бассейна. Это позволило переносить результаты экспериментальных работ в сходные по экотопическим условиям участки речных водосборов с последующей их по-бассейновой интеграцией. В выделенных бассейнах путем анализа лесоустроительных баз данных определялось соотношение коренных, условно коренных и вторичных лесов основных лесных формаций. Показатели общей надземной биомассы, биомассы крон и листового аппарата рассчитывались по коэффициентам связи с запасом стволовой древесины [5]. Среднемноголетние климатические показатели рассчитаны по материалам многолетних наблюдений на лесном стационаре, с привлечением фондовых материалов Гидрометслужбы [10]. Водопродуктивная способность ландшафтов рассматривается как основной индикатор водоохранной роли горных лесных экосистем. Рассчитывались удельная (Y) и относительная (Y1) водопродуктивность речных бассейнов. Y (л·с·км⁻²) – количество воды, стекающей с единицы площади бассейна в средний по водности год рассчитывались по индикационным зависимостям [10];

Y1 (%) – доля речного стока малого водосбора от общего в замыкающем створе исследуемого участка р. Уссури. Индикатор водорегулирующей функции лесного полога определялся по коэффициенту водорегулирования «R» [6], который показывает, какую часть поступающих атмосферных осадков могут аккумулировать отдельные почвенно-растительные комплексы, и определен для основных типов леса экспериментальным путем:

$$R = \frac{H_i + (W - W_0)}{H}, \quad (1)$$

где H и H_i – осадки за расчетный период и величина их задержания кронами древостоев, мм; W и W₀ – соответственно, запасы влаги в метровом слое почвы при наименьшей влагоемкости и средние за расчетный период, мм.

Результаты исследований и их обсуждение

В модельном ландшафтно-гидрологическом комплексе, от истоков реки Уссури до замыкающего створа у с. Новомихайловка, выделено 13 речных бассейнов с водосборной площадью от 180 до 640 км², которые охватывают 3 высотных пояса (табл. 1). В пределах высотных поясов наблюдается закономерная связь биометрических показателей лесного покрова с элементами водного баланса – осадками и русловым стоком.

Бассейны верхнего горного пояса (ВГП), в котором преобладают темнохвойные пихтово-еловые леса (*Picea ajanensis*, *Abies nephrolepis*), примыкают к главному водоразделу горной системы Сихотэ-Алиня (рис. 1). В районе выделяются среднегорные пихтово-еловые леса с участием кедра корейского (*Pinus koraiensis*) и неморальных видов (до высот 800–1000 м) и высокогорные ельники с преобладанием бореально-лесных видов.

На горных массивах в пределах высот от 1400–1450 до 1800–1820 м над ур.м. выражен пояс каменноберезовых лесов (*Betula ermanii*) с элементами криволесий. Здесь находятся истоки реки Уссури, это – зона формирования вод [2].

Средний горный пояс (СГП) – переходный от пихтово-еловых к кедрово-еловым (*Pinus koraiensis*) и кедрово-широколиственным лесам. Этот высотный пояс включает зоны формирования и транзита водных ресурсов. Верховья рек занимают пихтово-еловые и переходные кедрово-еловые леса. В нижних частях бассейнов распространены кедрово-широколиственные и долинные леса. Лесовосстановление после рубок здесь происходит быстрорастущими лиственными породами. Биомасса молодых и средневозрастных лесов здесь на 55% больше, чем в расположенном выше горном поясе (см. табл. 1).

Таблица 1

Биоклиматическая характеристика высотных поясов бассейна р. Усури

Номер бассейна	Площадь, км ² /%	Запас древесины, млн м ³	Биомасса листового аппарата древостоев, т/га абс. сух.				Кгрс	Y	Y1	Осадки, мм
			хвойных		лиственных					
			МС	ПСП	МС	ПСП				
<i>Пояс высокогорных пихтово-еловых лесов с абсолютными высотами 900–1600 м</i>										
1	471/19,4	8,6	2,3	4,3	0,4	1,3	0,89	11,6	12,4	800–1200
2	640/26,4	7,5	2,1	3,6	0,8	1,2	0,92	10,6	15,4	
3	431/17,8	6,4	2,4	3,5	1,4	1,6	0,84	8,90	8,7	
4	328/13,6	7,6	2,7	6,5	0,9	1,0	0,90	11,5	8,6	
5	552/22,8	6,9	2,8	3,3	1,9	2,1	0,94	11,9	14,9	
<i>Пояс среднегорных кедрово-еловых лесов с абсолютными высотами 600–900 м</i>										
6	543/6,3	8,4	2,1	3,4	0,60	1,3	0,75	9,30	11,5	650–900
7	424/8,7	6,5	2,9	4,9	1,1	1,8	0,84	10,1	9,7	
8	180/3,7	2,9	1,9	3,8	0,9	1,6	0,67	9,68	4,0	
<i>Пояс низкогорных широколиственно-кедровых лесов с абсолютными высотами 300–600 м</i>										
9	198/6,3	2,7	2,9	3,3	1,3	1,4	0,66	6,21	2,8	600–800
10	298/6,1	4,4	2,7	3,9	0,9	1,5	0,70	8,13	5,5	
11	317/6,4	4,5	2,6	3,7	1,2	1,5	0,90	8,93	6,4	
12	197/4,0	2,8	3,5	3,8	1,3	1,5	0,69	7,72	3,4	
13	302/6,2	3,8	2,2	3,3	1,1	1,3	0,61	6,78	3,5	

Примечания: Кгрс – коэффициент густоты речной сети, км·км⁻²; МС – молодые и средневозрастные древостои; ПСП – приспевающие, спелые и перестойные древостои; Y и Y1 – удельная (л·с⁻¹·км⁻²) и относительная (%) водопродуктивность.

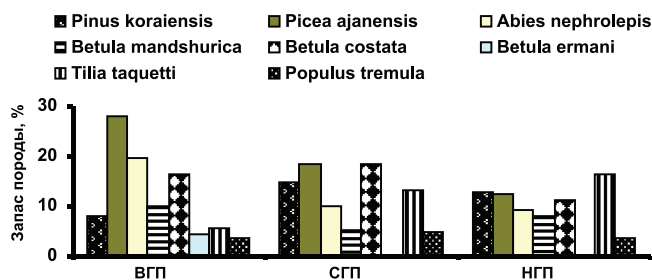


Рис. 1. Распределение древесных пород (% от запаса) в бассейнах горных поясов

Нижний горный пояс (НГП) – переходный от склоновых кедрово-широколиственных к широколиственным и лиственным долинным лесам. НГП – зона транзита и концентрации водных ресурсов, для которой характерна смена облика рек с горного на равнинный. В пределах данного высотного пояса происходит концентрация подземных вод на равнинных участках и межгорных котловинах [2]. Анализ информации

по динамике структуры и продуктивности лесов показал, что во всех высотных поясах в результате вырубki лесов и пожаров древесные запасы и масса хвойно-лиственного аппарата уменьшились в 1,5–2 раза (рис. 2, 3). Наибольшее снижение произошло в бассейнах среднего и нижнего горных поясов, где значительно изменены породный состав и общая структура надземной части древостоев.

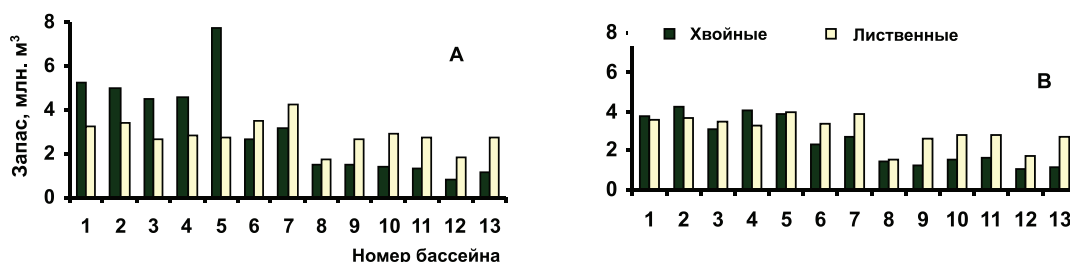


Рис. 2. Динамика запаса лиственных и хвойных пород в верхнем горном поясе, среднем горном поясе, нижнем горном поясе: А – 1986 год; В – 2005 год

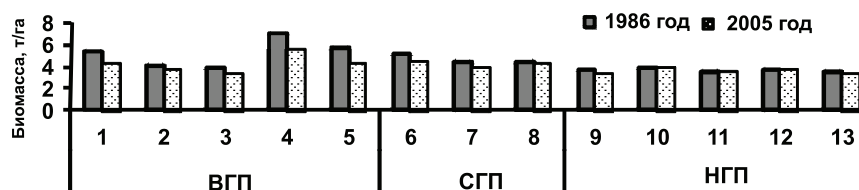


Рис. 3. Динамика биомассы хвои

Состояние лесного покрова, породный и возрастной состав, насыщенность биомассой определяют степень влияния фитоценозов на окружающую среду и являются основными критериями оценки экологического потенциала лесной растительности (ЭП) исследуемых горно-лесных ландшафтов. ЭП бассейнов определялся по интегральному показателю I средозащитной роли фитоценозов (формула (2)).

$$\text{ЭП}(\%) = 100 \cdot I. \quad (2)$$

Этот показатель оценивался с учетом изменения структуры лесных сообществ (C), с которой тесно связаны водорегулирующие (R), водоохранные (P) свойства лесного покрова в процессе смены коренных лесов (nature forests) – R_n, P_n и C_n , а также производные (secondary forests) – R_s, P_s и C_s :

$$I = \frac{1}{3} \left[\frac{R_s}{R_n} + \frac{P_s}{P_n} + \frac{C_s}{C_n} \right]. \quad (3)$$

Коэффициент биомассы хвои (доля хвойных) определен как отношение массы листового аппарата к общей надземной биомассе. Суммарные показатели оценки водоохранно-защитной роли лесов и структура лесных сообществ для бассейна в целом определялись по формулам:

$$R = \sum_i^n R_i \frac{f_i}{F}; \quad P = \sum_i^n P_i \frac{f_i}{F};$$

$$C = \sum_i^n C_i \frac{f_i}{F}, \quad (4)$$

где f_i и F – площадь (га), занятая конкретными типами леса, и общая для бассейна, соответственно.

Уровень нарушенности (U) лесов в бассейнах (формула (5)) характеризует степень трансформации лесных экосистем на водосборах после антропогенных нагрузок. По пределам U (табл. 2) устанавливаются категории защитности бассейнов и ландшафта в целом:

$$U = 100 - \text{ЭП}. \quad (5)$$

Таблица 2

Оценка гидролого-защитных функций горных лесов при различных уровнях нарушенности ($U, \%$) на водосборах

Пределы $U, \%$	Интенсивность эрозионных процессов	Восстановление гидрологических функций		Категория защитности
		критерии	период, лет	
0–10	Низкая	Быстро-восстановимые	< 10	Высокая
11–20	Средняя		10–30	Средняя
21–40	Высокая	Длительно-восстановимые	30–50	Низкая
41–50	Высокая		50–100	Очень низкая
> 50	Очень высокая		> 100	Критическая

В табл. 2 показано, что при нарушении лесного покрова на площади до 20% леса сохраняют свои основные регулирующие и водоохранно-защитные функции на оптимальном уровне. На водосборах поддерживается защитный потенциал лесного полога, наблюдается не критическая эрозионная опасность и быстрое восстановление гидроклиматических параметров территории. Превышение 20%-го уровня нарушенности приводят к более длительному восстановлению эколого-защитных функций лесного полога. По данным наших наблюдений в экспериментальном бассейне этот период для смешанных хвойных лесов составляет

30–40 лет [8]. При дальнейшем снижении ЭП уровень защитности приближается к критическим отметкам, нарушается устойчивость лесных сообществ, а эколого-защитные функции восстанавливаются только при накоплении потенциальных запасов биомассы коренными лесообразователями. Несмотря на то, что лесистость во всех бассейнах сохраняется на уровне 80–90%, так как не вырубались листовые породы (*Betula ermani*, *Betula costata*, *Tilia taquetii*), структурно-функциональная организация насаждений нарушена, в пределах высотных поясов значительна степень трансформации лесного покрова (табл. 3).

Таблица 3

Категории защитности современных лесов в бассейнах р. Усури

Номер бассейна	R для основных лесных формаций		ЭП, %	Категория защитности
	коренных	нарушенных		
1	0,183	0,168	89	Высокая
2	0,227	0,183	80	Средняя
3	0,235	0,146	60	Низкая
4	0,229	0,192	80	Средняя
5	0,198	0,111	54	Очень низкая
6	0,340	0,211	60	Низкая
7	0,340	0,221	62	Низкая
8	0,329	0,276	74	Средняя
9	0,478	0,262	51	Очень низкая
10	0,336	0,179	50	Очень низкая
11	0,336	0,168	46	Критическая
12	0,336	0,172	49	Критическая
13	0,478	0,247	50	Очень низкая

Примечание. R – коэффициент водорегулирования.

Только леса верхнего горного пояса сохраняют экологический потенциал близкий к природному, а их защитные свойства в целом пока на среднем уровне. В лесах среднего горного пояса ЭП снижен до низкого значения, за исключением восьмого бассейна, в котором леса сохранились, так как бассейн является санитарной зоной источника водоснабжения населенных пунктов. Заметная негативная динамика эколого-защитных функций лесов наблюдается на водосборах малых и очень малых рек, где преобладание перешло к молодым и средневозрастным древостоям лиственных пород, а ЭП лесного покрова снижен на 50–70%, что приводит к длительному (50–100 лет) восстановлению гидролого-защитных свойств лесов [7, 8]. Наиболее нарушенным является лесной покров НГП. Доля лесов, которые можно отнести к коренным, здесь составляет не более 5–10%. Уровень нарушения лесного покрова НГП превышает 55%. Экологический потенциал во всех речных бассейнах снижен до очень низкого и критического уровня и поддерживается только за счет небольшой части хвойно-широколиственных лесов, сохранившихся в верховьях рек. В связи с проблемами естественного лесовосстановления на всей территории ЛГК, значительно сократился период добегания паводочных вод, что часто приводит к затоплению сельскохозяйственных земель и населенных пунктов в этой зоне. Во всех горных бассейнах проблемы усложняются в связи с циклоническим характером летних осадков. Количественные и качественные показатели речного стока, как интегральной характеристики влагооборота, находятся в прямой зависимости от

биомассы сохранившихся хвойных старовозрастных лесов и фоновых погодноклиматических условий (рис. 4). В условиях современной климатической нестабильности крайне важно сохранить леса, сформированные коренными хвойными лесообразователями, обеспечивающими нормальный ход гидрологических процессов, устойчивость почвенного покрова и всех компонентов горных ландшафтов.

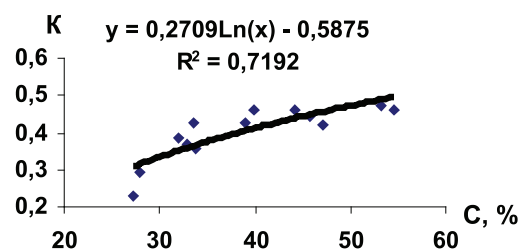


Рис. 4. Зависимость коэффициента стока (K) от доли приспевающих, спелых и перестойных хвойных лесов (C, %) в модельных бассейнах р. Усури

В целом, ухудшение качественного состава лесов, их структуры и продуктивности к настоящему времени произошло во всех рассматриваемых бассейнах. Для поддержания водно-ресурсного потенциала ЛГК уровень нарушения естественного лесного покрова в зонах формирования вод (истоки рек) не должен превышать 15–20%, а в зонах транзита и концентрации вод – 30–40%.

Заключение

Положительный эколого-защитный эффект лесного покрова горных речных бас-

сейнов достигается за счет коренных лесов, сформированных в результате длительного естественного развития. Для них характерны большая надземная биомасса, сбалансированная структура основных компонентов лесных фитоценозов, это определяет стабильность выполняемых ими экологических функций в малых речных бассейнах и общем природном комплексе верховьев р. Уссури. В наиболее нарушенных бассейнах экологический потенциал лесного покрова поддерживаются за счет части сохранных коренных лесов на крутосклонах. Уровень защитности лесного покрова снижается с увеличением доли молодняков и средневозрастных лесов, а нормализация показателей устойчивости экосистем тесно связана с длительностью периода восстановления хвойных лесообразователей. В сезоны повышенной водности (циклоны, снеготаяние) эти территории становятся наиболее эрозионно- и паводкоопасными. В лимитирующие периоды (межень, засуха) здесь водоохранные функции лесной растительности снижаются до критического уровня. ЭП пихтово-еловых лесов зоны формирования вод реки Уссури в настоящее время оценивается как средний, но при общем очень низком уровне лесного хозяйства существует реальная тенденция его снижения. Проведенные исследования показали, что в условиях высокогорья восстановительный процесс гидролого-защитных функций лесных экосистем растягивается на десятилетия уже при небольшом уровне нарушения. Восстановление ЭП лесов ВГП в режиме саморегуляции мы связываем с началом функционирования национального парка «Зов тигра», куда входят несколько бассейнов малых рек. На территории среднего и нижнего горных поясов необходимо осуществление комплекса лесохозяйственных мероприятий, так как восстановление лесных экосистем в режиме саморегуляции в большей части бассейнов уже невозможно или находится за пределами реального (100 и более лет) времени. В условиях продолжающегося экстенсивного природопользования реализация экологического потенциала лесного покрова может быть осуществлена только при сохранении лесопокрытых площадей, где еще возможны коротко-восстановительные сукцессионные процессы. Для всего ЛГК требуется значительное усиление лесохозяйственных мер с целью увеличения доли хвойных насаждений, постоянный контроль оптимального соотношения трансформированного и естественного лесного покрова, крайне необходимые для поддержания общего ЭП лесов в крупном горнолесном регионе.

Список литературы

1. Бузыкин А.И., Пшениникова А.С. Ресурсно-экологический потенциал лесов Красноярского края // Хвойные бореальные зоны. – 2008. – №3–4. – С. 327–332.
2. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрологические индикационные исследования // Водные ресурсы. – 1973. – № 3. – С. 110–124.
3. Дюкарев В.Н. Биологическая продуктивность лесов с *Pinus koraiensis* на Сихотэ-Алине и их ресурсный потенциал // Леса российского Дальнего Востока: 150 лет изучения: матер. Всерос. конф. (Владивосток, 8–10 сент. 2009 г.). – Владивосток, 2009. – С. 120–126.
4. Дюкарев В.Н. К оценке ресурсов древесной зелени темнохвойных лесов Приморья // Современное состояние и рациональное использование почв, лесов и водно-земельных ресурсов Дальнего Востока России. – 1997. – Кн. 2. – С. 164–171.
5. Дюкарев В.Н. Карта фитомассы лесов Приморья // Атлас лесов Приморского края. – Владивосток, 2005. – 18 карт.
6. Жильцов А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов Южного Приморья. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 331 с.
7. Кожевникова Н.К. Динамика погодноклиматических характеристик и экологические функции малого лесного бассейна // Сибирский экологический журнал. – 2009. – №5. – С. 693–703.
8. Кожевникова Н.К. Динамика гидрологических и защитных функций горных лесов южного Сихотэ-Алиня в процессе послерубочных восстановительных сукцессий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2010. – 26 с.
9. Протопопов В.В. Средообразующая роль темнохвойного леса. – Новосибирск: Наука СО АН СССР, 1975. – 328 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР: Приморье. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – Т.18, Вып. 3. – 627 с.

References

1. Buzykin A.I. Pshennikova A.S. Resursno-ekologicheskij potentsial lesov Krasnoiyarskogo kraja // *Khvojno boreal'nye zony* 2008 no. 3–4. pp. 327–332.
2. Garzman I.N. Topologiya rechnykh sistem i gidrologicheskie issledovaniya // *Vodnye resursy* // 1973 no. 3. pp. 110–124.
3. Dyukarev V.N. Biologicheskaya produktivnost' lesov s *Pinus koraiensis* na Sikhote-Alline i ikh resursnyj potentsial // *Lesa rossijskogo Dalnego Vostka: mater. Vseross. konf. Vladivostok, 8–10 sent.2009g.*) Vladivostok, 2009. pp. 120–126.
4. Dyukarev V.N. K ocenke resursov drevesnoj zeleni temnohvojnykh lesov Primor'ya // *Sovremennoe sostoyanie lesov i vodno-zemel'nykh resursov DV Rossii*. 1997, Kn.2. pp. 164–171.
5. Dyukarev V.N. Karta fitomassy lesov Primor'ya // *Atlas lesov Primorskogo kraja*. –Vladivostok, 2005 18 kart.
6. Zhiltsov A.S. Gidrologicheskaya rol gornykh khvojno-shirokolivennykh lesov YUzhnogo Primorya. Vladivostok: Dalnauka, 2008. 331 p.
7. Kozhevnikova N.K. Dinamika pogodno-klimaticheskikh charakteristik i ekologiccheskie funkczii malogo lesnogo bassejna // *Sibirskij ekologiccheskij zhurnal*. 2009. no. 5. pp. 693–703.
8. Kozhevnikova N.K. Dinamika gidrologicheskikh i zashhitnykh funkczij gornykh lesov Yuzhnogo Sikhote-Alinya v prozesse poslerubochnykh vosstanovitel'nykh sukcessij: Avto-ref. dis. kand.biol.nauk. Vladivostok. 2010. 26 p.
9. Protopopov V.V. Sredoobrazuyushhaya rol' temnokhvojnogo lesa. Novosibirsk: Nauka SSSR, 1975. 328 p.
10. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Primor'e. L.: Gidrometeoizdat, 1972 T.18, vyp. 3. 627 p.

Рецензенты:

Петропавловский Б.С., д.б.н., ст.н.с., зав. лабораторией «Экологии растительного покрова» Ботанического Сада – института ДВО РАН, Владивосток;

Костенков Н.М., д.б.н., профессор, зав. лабораторией «Почвоведения и экологии почв» Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 30.05.2012.