



DOI 10.21178/2079-6080.2017.3.13
УДК 630*4+632

Результаты стандартизированной оценки уязвимости лесного сектора Российской Федерации в условиях наблюдаемых эффектов климатической изменчивости

© Т.С. Королева¹, А.В. Константинов², Е.А. Кушнир¹, И.О. Торжков¹

Results of standardized vulnerability assessment of forestry in Russia in the impact of climate variability

T.S. Koroleva, A.V. Konstantinov, E.A. Kushnir, I.O. Torzhkov (Saint Petersburg Forestry Research Institute; Voeikov Main Geophysical Observatory)

Forestry is one of the most sensitive sectors of the economy to climate fluctuations. The change of atmospheric precipitation, surface air temperature and solar activity affect the development of forest ecosystems. Observed and expected climatic changes increase the risk of forest fires, mass spread of pests and forest diseases, days with extreme weather temperature. These phenomena are key factors in the vulnerability of forest ecosystems to climate change.

The planning of actions to prevent economic losses from adverse climate impacts is based on an assessment of the vulnerability of the forestry, which makes it possible to determine the degree of stability of forest ecosystems to unfavorable factors.

In research, comprehensive method of standardized analysis of the vulnerability under climate changes in forestry is used. The authors analyzed the dynamics of the forest fund in the Northwestern Federal District of the Russian Federation for the last 30-40 years. The research provides an understanding of the forest vulnerability in the District and to assess the potential for adaptation to negative impacts.

Conclusion of the research: there is the high level of sustainability of the District's forests in general. In this case, the forests of the Arkhangelsk Region are defined as "conditionally stable" to the factor "Outbreaks of insect pests". Forests of the Kaliningrad Region have a low degree of adaptation ("vulnerable") to such factors as "Outbreaks of insect pests" and "Forest diseases", and forests of the Vologda Region – to the factor "Extreme weather phenomena". The negative impact of climate change on forestry can be offset by the implementation of an additional set of silvicultural operations, as well as the development and implementation of an adaptation strategy.

Key words: forest ecosystems, factors of vulnerability, climate change, vulnerability assessment, sustainability, adaptive capacity

Результаты стандартизированной оценки уязвимости лесного сектора Российской Федерации в условиях наблюдаемых эффектов климатической изменчивости

Т.С. Королева, А.В. Константинов, Е.А. Кушнир, И.О. Торжков

Лесное хозяйство — одна из наиболее чувствительных к климатическим колебаниям отрасль экономики. Изменение количества атмосферных осадков, температуры приземного слоя воздуха и солнечной активности не может не оказывать влияния на развитие лесных экосистем. Наблюдаемые и ожидаемые климатические изменения увеличивают риск возникновения природных лесных пожаров; массового распространения вредителей и болезней леса, число дней с экстремальными погодными явлениями. Указанные явления являются ключевыми факторами уязвимости лесных экосистем к изменениям климата.

В основе планирования действий по предотвращению экономических потерь от неблагоприятного воздействия климата лежит оценка уязвимости лесного сектора экономики, которая позволяет определить степень устойчивости лесных экосистем к вышеперечисленным неблагоприятным факторам.

В работе использован комплексный метод стандартизированной оценки уязвимости секторов экономики при климатических изменениях в приложении к лесному сектору. Авторами проанализирована динамика лесного фонда Северо-Западного федерального округа Российской Федерации за последние 30-40 лет. Проведенные исследования позволили обеспечить понимание уязвимости лесного сектора экономики в данном регионе и оценить потенциальную возможность адаптации к негативным воздействиям. Сделан вывод о высоком уровне устойчивости лесов СЗФО в целом. При этом, леса Архангельской области определены как «условно устойчивые» к фактору «Вспышки численности насекомых-вредителей». Леса Калининградской области имеют низкую степень адаптации («уязвимы») к таким факторам как «Вспышки численности насекомых-вредителей» и «Болезни леса», а леса Вологодской области — к фактору «Экстремальные погодные явления». Негативное влияние климатических изменений на лесное хозяйство по вышеперечисленным факторам может быть нивелировано проведением дополнительного комплекса мероприятий, а также разработкой и внедрением стратегии по адаптации.

Ключевые слова: лесные экосистемы, факторы уязвимости, климатические изменения, оценка уязвимости, устойчивость, адаптационный потенциал

Королева Татьяна Станиславна — д-р физ.-мат. наук, ученый секретарь

E-mail: koroleva@spb-niilh.ru

Константинов Артем Васильевич — канд. с.-х. наук

E-mail: science@spb-niilh.ru

Кушнир Елизавета Андреевна — младший науч. сотр. сектора проблем изменения климата НИО мониторинга лесных экосистем

E-mail: elizavetta@mail.ru

Торжков Иван Олегович — начальник планово-экономического отдела

E-mail: ivantorzhkov@gmail.com

¹ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21

Телефон: 8 (812) 552-80-21

E-mail: mail@spb-niilh.ru

²ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова»

194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, д. 7

Телефон: 8 (812) 297-43-90

Введение

Оценка уязвимости — необходимый инструмент, который позволяет выявить группы, экологические системы и инфраструктуры лесного хозяйства, наименее устойчивые к климатическим изменениям [9]. Определение слабых звеньев в системе — основное условие для разработки эффективных действий по ее адаптации к изменениям климата.

До настоящего времени не выработана единая трактовка понятия уязвимости для всех научных дисциплин [11, 12, 13]. В работе авторы придерживались подхода и терминологии, выработанной Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК) [13], которые находятся ближе к концепции риска стихийных бедствий. Исходя из этого, совокупная уязвимость системы содержит четыре ключевых компонента, которые определяют, в какой степени система подвержена изменению климата: воздействие, чувствительность, потенциальное воздействие и способность к адаптации [10].

В связи с ожидаемыми климатическими изменениями [1, 2, 3] в лесной отрасли прогнозируется повышение вероятности проявления совокупности взаимосвязанных и взаимообусловленных факторов, влияющих на устойчивость лесных экосистем, таких как пожары, экстремальные погодные явления и вспышки численности насекомых-вредителей. Эти явления являются ключевыми факторами уязвимости лесного хозяйства.

Методика исследований

Для оценки воздействия климатических изменений на уязвимость лесных экосистем Российской Федерации использован комплексный метод стандартизированной оценки уязвимости [13], прошедший апробацию и доказавший свою эффективность в разных регионах Земли в области водного и фермерского хозяйства.

Авторы статьи впервые применили данную методику в сфере лесного хозяйства Российской Федерации [5], учитывая при этом рекомендации, выработанные МГЭИК [10, 13].

В соответствии с методикой установлены причинно-следственные взаимосвязи, которые определяют уязвимость в исследуемой

системе. На основании этих зависимостей выявлены параметры, которые затем использовались в ходе оценки уязвимости. Проведен отбор приоритетных потенциальных воздействий, а также их группирование по степени и характеру влияния на систему. Особое внимание обращалось на правильную оценку чувствительности системы, то есть определение того, какие характеристики делают ее особенно подверженной негативным воздействиям изменяемых климатических сигналов. При определении адаптационных возможностей учитывались аспекты, явным образом способствующие уменьшению уязвимости. На основе выявленных ключевых факторов уязвимости осуществлялись расчеты с целью оценки устойчивости системы. В зависимости от типа имеющихся данных применялись различные методики расчетов.

Если для оценки уязвимости системы использовались не числовые значения, например статистические данные на основе экспертных оценок, то расчет нормированных показателей производился по общей шкале уязвимости / устойчивости системы от «0» (оптимально, без необходимости или возможности улучшения) до «1» (критично, система больше не функционирует).

Если анализируемые данные относились к измеримым показателям, они нормировались методом MIN-MAX, который преобразует все имеющиеся значения в диапазон от «0» до «1» с использованием следующей формулы:

$$X_{i,0-1} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

где $X_{i,0-1}$ — новое вычисляемое значение, то есть нормированный показатель в диапазоне от 0 до 1;

X_i — отдельные точки данных для преобразования;

X_{min} — наименьшее значение показателя;

X_{max} — наибольшее значение показателя.

Более низкие значения нормированных показателей (близкие к 0) отражают меньшую уязвимость, а более высокие значения (близкие к 1) — большую уязвимость системы.

На основе анализа различных подходов к оценке устойчивости какой-либо системы к климатическим воздействиям установлено,

что чаще всего фактически принимается концепция, в которой устойчивость и уязвимость рассматриваются как два взаимосвязанных понятия. Для оценки устойчивости системы проводится инверсия полученных нормированных показателей. Показатель «устойчивость» является обратной величиной к показателю «уязвимость». То есть при повышении уязвимости снижается устойчивость системы.

Результаты и их обсуждение

Уязвимость лесного хозяйства в сфере использования, воспроизводства, охраны и защиты лесов, связанная с изменением климата, зависит от факторов, имеющих стохастическую природу и характеризующихся высокой долей неопределённости (температура воздуха, влажность воздуха и почвы, напрямую зависящие от количества выпавших атмосферных осадков). Эти факторы оказывают потенциальное влияние на продуктивность древостоев и породный состав. Циклическое изменение солнечной активности также является одним из факторов, определяющих уязвимость лесных экосистем. Известно, что пики гибели лесов от насекомых коррелируют с пиками солнечной активности и наблюдаются спустя 3–4 года после максимального числа Вольфа [6]. Имеются данные, свидетельствующие о прямой зависимости между пиками лесных пожаров и максимумами солнечной активности [5].

Факторами уязвимости, характеризующими чувствительность системы к изменению климатических факторов воздействия (угроз) являются природные пожары, болезни и вредители леса, а также экстремальные погодные явления. Изменение климата может привести к смене породного состава древесных насаждений и оказать различное влияние на продуктивность и биоразнообразие лесных экосистем. Указанные факторы, наряду с антропогенной нагрузкой, оказывают потенциальное воздействие (являются угрозами) на сферу использования и воспроизводства лесов.

Адаптационный потенциал фактически характеризует устойчивость системы к негативному влиянию различных факторов уязвимости и включает в себя комплекс управленческих решений, санитарных и

противопожарных мероприятий, а также развитие научных исследований в данном направлении. Он зависит от своевременного и обоснованного принятия управленческих решений, уровня развития техники, технологий и научного потенциала; устойчивого экономического развития; сбалансированной социальной политики.

Расчеты для ключевых факторов уязвимости лесных экосистем в условиях наблюдаемых эффектов климатической изменчивости выполнены для лесов Северо-Западного федерального округа (СЗФО) за период 1977–2014 гг. на основе комплексного метода стандартизированной оценки уязвимости [5, 10, 13].

Уязвимость по ключевому фактору «Лесные пожары». Для моделирования и расчета фактора уязвимости «Площадь лесных земель, пройденная пожарами» требуется оценить горимость лесов на рассматриваемой территории.

В настоящее время для оценки лесной территории по фактической горимости используют показатель «относительная площадь пожаров» ($S_{\text{отн}}$), который представляет собой отношение площади, пройденной пожарами к территории Гослесфонда (га/100 тыс. га) — в среднем за сезон по многолетним данным (или за один конкретный сезон). Иногда $S_{\text{отн}}$ выражают в процентах от площади гослесфонда на данной территории и называют горимостью [7].

Для каждого субъекта СЗФО нами определялась относительная площадь пожаров за рассматриваемый период. Для расчетов использовались данные Федерального агентства лесного хозяйства о землях лесного фонда СЗФО [8].

Значения показателей как факторов уязвимости от лесных пожаров субъектов СЗФО, рассчитанные с использованием метода «MIN-MAX» приведены в таблице 1.

Наименее уязвимыми с точки зрения пожарной опасности являются лесные площади Республики Карелия, Новгородской, Архангельской и Мурманской областей, показатель их устойчивости находится в диапазоне 0,882–1,000. Уязвимы и, соответственно, имеют наименьшую способность к адаптации леса Ленинградской и Вологодской областей (показатель устойчивости — 0,000–0,029).

Таблица 1

Расчетные значения фактора уязвимости «Лесные пожары»

Субъект СЗФО	Относительная площадь пожаров за год*, %	Нормированный показатель уязвимости системы	Расчетный показатель для оценки устойчивости системы
Республика Карелия	0,005	0,000	1,000
Республика Коми	0,017	0,678	0,322
Архангельская область	0,006	0,059	0,941
Вологодская область	0,022	0,971	0,029
Калининградская область	0,011	0,353	0,647
Ленинградская область	0,023	1,000	0,000
Мурманская область	0,007	0,118	0,882
Новгородская область	0,006	0,049	0,951
Псковская область	0,011	0,325	0,675

Примечание. Расчеты выполнены за период 1977-2014 гг.

Таблица 2

Оценки фактической горимости лесов [7]

Фактическая горимость	Оценка по относительной площади пожаров за сезон	
	га/100 тыс. га	%
Низкая	< 10	< 0,01
Пониженная	11-30	0,01-0,03
Средняя	31-100	0,03-0,10
Повышенная	101-300	0,11-0,3
Высокая	301-1000	0,31-1,0
Чрезвычайная	> 1000	> 1,0

С целью уточнения полученных результатов применяли методику определения пороговых значений. При этом для оценки фактической пожарной опасности лесной территории необходимо оценить ее фактическую горимость за прошлые годы, которая может рассматриваться как реализованная природная опасность. Этот критерий целесообразно положить в основу оценки природной пожарной опасности на ближайшую перспективу.

Для оценки фактической горимости лесов СЗФО использовались критерии, предложенные М.А. Софроновым [7]. Принятая шкала для оценки фактической горимости лесов приведена в таблице 2.

Для определения класса фактической горимости лесов регионов СЗФО были рассчитаны величина относительной площади пожаров за исследуемый период, а также значения для оценки способности к адаптации с учетом класса фактической горимости лесов субъектов СЗФО (табл. 3).

Результаты расчетов показали, что фактическая горимость лесов Северо-Западного федерального округа низкая или пониженная. То есть угроза лесных пожаров невелика, уязвимость системы низкая и можно прогнозировать хорошую способность к адаптации. При существенном изменении климата в первую очередь уязвимыми с точки зрения

Таблица 3

Расчетные значения фактической горимости лесов субъектов СЗФО

Субъект СЗФО	Относительная площадь пожаров за год, %	Класс горимости (уязвимость)	Пересчитанное значение для оценки устойчивости системы
Республика Карелия	0,005	низкая	0,995
Республика Коми	0,017	пониженная	0,983
Архангельская область	0,006	низкая	0,994
Вологодская область	0,022	пониженная	0,978
Калининградская область	0,011	пониженная	0,989
Ленинградская область	0,023	пониженная	0,977
Мурманская область	0,007	низкая	0,993
Новгородская область	0,006	низкая	0,994
Псковская область	0,011	пониженная	0,989

Таблица 4

Расчетные значения фактора уязвимости «Вспышки численности насекомых-вредителей»

Субъект СЗФО	Относительный показатель лесной площади, пострадавшей от насекомых-вредителей, %	Нормированный показатель (уязвимость)	Расчетный показатель для оценки устойчивости системы
Республика Карелия	0,001	0,000	1,000
Республика Коми	0,000	0,000	1,000
Архангельская область	0,593	0,560	0,440
Вологодская область	0,324	0,305	0,695
Калининградская область	1,059	1,000	0,000
Ленинградская область	0,184	0,173	0,827
Мурманская область	0,004	0,002	0,998
Новгородская область	0,080	0,074	0,926
Псковская область	0,086	0,080	0,920

пожарной опасности будут леса Ленинградской и Вологодской областей, максимальную способность к адаптации имеют леса Республики Карелия.

Уязвимость по ключевому фактору «Вспышки численности насекомых-вредителей». При расчете среднегодовых показателей площади лесов субъектов СЗФО, погибших из-за вспышек численности популяций насекомых-вредителей использовались ста-

статистические данные. По формуле 1 рассчитаны нормированные показатели для оценки способности лесов к адаптации при факторе уязвимости «Вспышки численности насекомых-вредителей» (табл. 4).

Поскольку в Республике Коми за рассматриваемый период не зафиксировано гибели лесов из-за насекомых-вредителей (по данным Российского центра защиты леса), этот регион был исключен из расчетов, а в каче-

стве минимального показателя выбрано значение по Республике Карелия.

По результатам расчетов можно заключить, что наибольшей способностью к адаптации по рассматриваемому фактору обладают леса Республики Коми и Карелия, а также Мурманская, Новгородская и Псковская области. Леса Калининградской области оценены как имеющие низкий адаптационный потенциал.

Уязвимость по ключевому фактору «Болезни леса». Проведена оценка риска по рассматриваемому фактору для субъектов СЗФО по статистическим данным за последние 37 лет. Результаты расчетов нормированных показателей для оценки способности лесов к адаптации приведены в таблице 5.

Наиболее подвержены болезням леса Калининградской, Вологодской и Ленинградской областей (перечислены по убыванию опасности). Максимальная адаптационная способность к фактору «Болезни леса» – у Республики Коми, достаточно высокая (0,998-0,993) у лесов Мурманской, Псковской, Новгородской и Архангельской областей, а также Республики Карелия (0,997).

Уязвимость по ключевому фактору «Экстремальные погодные явления». Экстремальные погодные явления как фактор уязви-

мости лесных экосистем субъектов СЗФО проанализированы за период 1977-2014 гг. В таблице 6 приведены результаты расчетов нормированных показателей.

Оценка риска по данному ключевому фактору показывает, что практически все леса рассматриваемых субъектов СЗФО (за исключением Вологодской области, где уязвимость системы равна 1) устойчивы к экстремальным погодным явлениям. В максимальной степени это относится к лесным экосистемам Мурманской области, республик Карелия и Коми (1,000, 0,995 и 0,982 соответственно). Затем по убывающей можно оценить адаптационную способность лесных территорий Псковской, Калининградской, Новгородской, Архангельской и Ленинградской областей.

С целью принятия решений о том, какие системы достаточно устойчивы к климатическим воздействиям (в зависимости от различных ключевых угроз), а в каких по причине их высокой уязвимости необходимо срочно применять адаптационные меры, требуется ввести качественную оценку совокупности полученных показателей. С этой целью применим условную градацию величин «Расчетного показателя для оценки способности к адаптации»:

Таблица 5

Расчетные значения фактора уязвимости «Болезни леса»

Субъект СЗФО	Относительный показатель лесной площади, пострадавшей от болезней леса, %	Нормированный показатель (уязвимость)	Расчетный показатель для оценки устойчивости системы
Республика Карелия	0,010	0,003	0,997
Республика Коми	0,001	0,000	1,000
Архангельская область	0,020	0,007	0,993
Вологодская область	0,393	0,148	0,852
Калининградская область	2,646	1,000	0,000
Ленинградская область	0,380	0,143	0,857
Мурманская область	0,007	0,002	0,998
Новгородская область	0,018	0,006	0,994
Псковская область	0,063	0,024	0,976

- от 0,70 до 1,00 – система устойчива, имеет хорошую адаптационную способность, изменения существующих лесохозяйственных мероприятий не требуется;

- от 0,30 до 0,70 – система достаточно устойчива, ее адаптационная способность удовлетворительная. Требуется наблюдение за состоянием системы, чтобы не допустить ее

переход в состояние с большей уязвимостью;
- меньше 0,30 – система уязвима и нуждается в принятии дополнительных мер к существующим лесохозяйственным мероприятиям.

Качественная оценка способности к адаптации лесов субъектов СЗФО по ключевым факторам уязвимости представлены в таблице 7.

Таблица 6

Расчетные значения фактора уязвимости «Экстремальные погодные явления»

Субъект СЗФО	Относительный показатель лесной площади, пострадавшей от болезней леса, %	Нормированный показатель (уязвимость)	Расчетный показатель для оценки устойчивости системы
Республика Карелия	0,061	0,005	0,995
Республика Коми	0,159	0,018	0,982
Архангельская область	1,748	0,223	0,777
Вологодская область	7,778	1,000	0,000
Калининградская область	0,667	0,083	0,917
Ленинградская область	2,284	0,292	0,708
Мурманская область	0,023	0,000	1,000
Новгородская область	1,075	0,136	0,864
Псковская область	0,197	0,022	0,978

Таблица 7

Сравнение оценки способности к адаптации по всем ключевым факторам уязвимости для субъектов СЗФО

Субъект СЗФО	Оценка способности к адаптации по ключевым факторам			
	Лесные пожары	Вспышки численности насекомых-вредителей	Болезни леса	Экстремальные погодные явления
Республика Карелия	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива
Республика Коми	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива
Архангельская область	устойчива	условно устойчива	устойчива	устойчива
Вологодская область	устойчива	устойчива	устойчива	уязвима
Калининградская область	устойчива	уязвима	уязвима	устойчива
Ленинградская область	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива
Мурманская область	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива
Новгородская область	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива
Псковская область	устойчива	устойчива	устойчива	устойчива

Выводы

На основе проведенного анализа динамики лесного фонда СЗФО за период 1977-2014 гг. определены ключевые природно-климатические факторы, оказывающие воздействие на лесные экосистемы. Сформулированы и определены основные блоки адаптационного потенциала в сфере лесопользования, связанные с наблюдаемыми климатическими изменениями. К основным факторам, влияющим на уязвимость лесного сектора при возможном изменении климата, относятся природные пожары, болезни и вредители леса, экстремальные погодные явления.

По результатам произведенной стандартизированной оценки уязвимости установ-

лена высокая способность к адаптации лесов субъектов СЗФО практически по всем ключевым факторам. Могут потребоваться адаптационные меры по факторам «Вспышки численности насекомых-вредителей» и «Болезни леса» для лесов Калининградской области и по фактору «экстремальные погодные явления» для лесов Вологодской области.

Влияние наблюдаемых климатических изменений на уязвимость лесных экосистем по вышеперечисленным факторам может быть нивелировано проведением комплекса лесохозяйственных мероприятий.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-00063).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Груза, Г.В. О современных изменениях климата / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова. — Электрон. дан. — Режим доступа: http://climatechange.igce.ru/images/chitalniy_zal/geo-clim.pdf. — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения: 20.07.2017.
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год // Официальный сайт Северного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.sevmeteo.ru/press/news/2339/>. — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения: 21.07.2017.
3. Катцов, В.М. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / В.М. Катцов. — М.: Изд-во Д'АРТ, 2011. — 252 с.
4. Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов // Официальный сайт ФБУ «СПбНИИЛХ» / ФБУ «СПбНИИЛХ». — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://spb-niilh.ru/konceptsiya-intensivnogo-ispolzovaniya-i-voisproizvodstva-lesov>. — Загл. с экрана. — Яз. рус. — Дата обращения: 21.07.2017.
5. Королева, Т.С. Оценка влияния наблюдаемых эффектов климатической изменчивости на устойчивость лесных экосистем Российской Федерации к угрозе массовых размножений вредителей и болезней леса / Т.С. Королева, А.В. Константинов, Е.А. Кушнир // Лесотехнический журнал. — 2016. — № 4. — С. 67-79. — ISSN 22227962.
6. Обзор «Состояние лесов Российской Федерации в 2013 году и прогноз на 2014 год» / ФБУ «Рослесозащита». — Электрон. дан. — М.: ФБУ «Рослесозащита», 2014. — Режим доступа: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/КРАТКИЙ%20САНОБЗОР%20ЛЕСОВ%20Ф%20за%20201%20год.pdf>. — Загл. с экрана. — Дата обращения: 20.07.2017.
7. Софронов, М.А. Пожарная опасность в природных условиях / М.А. Софронов [и др.]. — Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005. — 330 с.
8. Субъекты СЗФО // Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства / Рослесхоз. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/dep/north-west/regions>. — Загл. с экрана. — Дата обращения: 20.07.2017.

9. Alves, R. Climate change guidelines for forest managers / R. Alves [et al.]. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2003. – no. 172. – 123 p.
10. Europe IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability // Official website of IPCC / IPCC. – Electronic data. – Mode of access: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml – Title from a screen. – Data of the application: 21.07.2017.
11. IPCC 2007: Fourth assessment report, Climate Change. Working group II report: Impact, adaptation and vulnerability, chapter 4: Ecosystems, their properties, goods and services // Official website of IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change / Appendix I Glossary. – Electronic data. – Mode of access: <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg2.pdf>. – Title from a screen. – Data of the application: 21.07.2017.
12. Parry, M. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / M. Parry [et al.]. – UK: University Press, 2007. – 976 p.
13. The Vulnerability Sourcebook Concept and guidelines for standardized vulnerability assessments. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development / Special unit «Climate». – Germany, 2014. – 180 p.

REFERENCES

1. Gruza G.V., Ran'kova E.Ya. O sovremennykh izmeneniyakh klimata. Mode of access: http://climatechange.igce.ru/images/chitalniy_zal/geo-clim.pdf. (In Russian)
2. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossyskoy Federatsii za 2015 god. *Oficial'nyj sayt Severnogo upravleniya po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushhej sredy*. Mode of access: <http://www.sevmeteo.ru/press/news/2339/>. (In Russian)
3. Katzov V.M. Ocenka makroe'konomicheskikh posledstvij izmeneniya klimata na territorii Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. i dal'nejshuyu perspektivu. Moscow, 2011, 252 p.
4. Kontseptsiya intensivnogo ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov. *Oficial'nyj sayt FBU «SPbNIILKh»*. Mode of access: <http://spb-niilh.ru/koncepciya-intensivnogo-ispolzovaniya-i-vosproizvodstva-lesov>. (In Russian)
5. Koroleva T.S., Konstantinov A.V., Kushnir E.A. Otsenka vliyaniya nablyudaemykh effektov klimaticheskoj izmenchivosti na ustojchivost' lesnykh ekosistem Rossijskoj Federatsii k ugroze massovykh razmnozhenij vreditelej i boleznej lesa. *Lesotexnicheskij zhurnal*, 2016, no. 4, pp. 67-79. ISSN 22227962. (In Russian)
6. Obzor "Sostoyanie lesov Rossijskoj Federatsii v 2013 godu i prognoz na 2014 god". *FBU "Roslesozashchita"*. Mode of access: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/KRATKIY%20SANOBZO%20LESOV%20F%20za%202012god.pdf>. (In Russian)
7. Sofronov M.A., Sofronova T.M., Volokitina A.V. Pozharnaya opasnost' v prirodnykh usloviyakh. Krasnoyarsk, Institut lesa named after V.N. Sukacheva SO RAN, 2005, 330 p. (In Russian)
8. Sub"ekty SZFO. *Oficial'nyj sayt Federal'nogo agentstva lesnogo khozyajstva*. Mode of access: <http://www.rosleshoz.gov.ru/dep/north-west/regions>. (In Russian)
9. Alves R., Broadhead J., Arguelles M., Chan B., Braatz S., Dangi R.B., Breulmann G., Eba-Atyi R., Gaworska M., Kafeero F., Neil P., Lasco R., Obando-Vargas G., Louman B., Ok Ma H., Martinez de Arano I., Ortiz H., Menton M., Putz F., Vega A.S., Rhodes D., Thompson I., Rose S., Ruiz-Villar M., Sabogal C., Wolfslehner B. Climate change guidelines for forest managers. Rome, *Food and Agriculture Organization of the United Nation*, 2003, no. 172, 123 p.
10. Europe IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. *Official website of IPCC*. Mode of access: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml.
11. IPCC 2007: Fourth assessment report, Climate Change. Working group II report: Impact, adaptation and vulnerability, chapter 4: Ecosystems, their properties, goods and services. *Official website of IPCC*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Appendix I Glossary. Mode of access: <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg2.pdf>.
12. Parry M., Canziani O., Palutikof J., van der Linden P., Hanson C. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom, 2007, 976 p.
13. The Vulnerability Sourcebook Concept and guidelines for standardized vulnerability assessments. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. Special unit "Climate", Germany, 2014, 180 p.

Статья поступила в редакцию 26.07.2017