

УДК 630:614.8(571.16)

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-2-229-237

СЕЗОННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОПАСНЫХ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ СФЕРЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Мария Алексеевна Мельник

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

Елена Сергеевна Волкова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: elevolko@yandex.ru

На фоне возрастания числа природных опасностей актуальными становятся исследования, посвященные вопросам динамики и сезонной дифференциации опасных и неблагоприятных природных явлений. В статье предложены и проанализированы показатели, тем или иным образом лимитирующие эффективность работы лесного комплекса в Томской области. Выявлены сезонные особенности проявления основных негативных факторов, воздействующих как на лесосырьевые ресурсы региона, так и на условия лесозаготовительной деятельности. Показано, что основной вклад в рискоформирующий потенциал летнего периода вносят очень сильные ветры, аномально жаркая погода и атмосферная засуха. В зимний период число экстремальных явлений уменьшается, основными природно-климатическими факторами, негативно влияющими на лесозаготовительную деятельность, являются сильные морозы и сильные ветры. Выводы, сделанные авторами на основании статистического анализа многолетнего ряда метеоданных за последние 30 лет, могут быть использованы для разработки регламентирующих требований к формированию стратегии устойчивого лесопользования региона.

Ключевые слова: опасные природные явления, неблагоприятные природные явления, сезонные особенности проявления опасностей, риски лесопользования, управление лесными ресурсами, лесохозяйственная деятельность, рациональное природопользование, Западная Сибирь.

Введение

Сибирский регион, где большая часть территории занята лесами, имеет серьезные ограничения природного характера для круглогодичного ведения ле-

сохозяйственной деятельности и полномасштабного использования имеющегося ресурсного потенциала. Здесь повсеместно отмечается рост неблагоприятных природно-климатических факторов [1, 2], не только нарушающих бесперебойную лесозаготовительную деятельность, но и приводящих к деградации экологических и сырьевых функций лесных экосистем. Вместе с тем наблюдается сезонная дифференциация природных опасностей, знание специфики которой имеет значение для оптимизации ведения лесохозяйственной деятельности. Отсюда возникает потребность детального изучения особенностей проявления и динамики природных опасностей на лесных территориях Сибири и выявления закономерностей их сезонных проявлений.

Исследования, посвященные подобным вопросам, активно ведутся в разных странах не только для снижения рисков лесопользования, вызванных климатическими изменениями [3–5], но и для разработки системы страхования лесных ресурсов от опасных явлений [6]. Особое внимание уделяется анализу воздействия опасных явлений, наносящих наибольшие потери лесному фонду в масштабах отдельно взятого региона [7, 8]. С этих позиций Томская область представляет собой наглядный пример территории, где комплекс опасных и неблагоприятных природных факторов лимитирует полноценное развитие сферы лесопользования. В области земли лесного фонда занимают 28,8 млн га, расчетная лесосека установлена в размере 38,6 млн м³, т. е. в наличии довольно высокий древесно-сырьевой потенциал. При этом в последние годы объем фактической заготовки древесины колеблется лишь от 3,2 до 3,9 млн м³/г [9]. Для этого, конечно, имеется ряд причин экономического характера, но большое влияние оказывают и природные факторы.

Методы и материалы

Для оценки природных опасностей необходимо прежде всего определить перечень показателей (и их критерии), отражающих особенности их проявления в сфере лесопользования. Далее следует проанализировать динамику их повторяемости и степень интенсивности по сезонам года.

Все опасные и неблагоприятные явления, затрудняющие деятельность в сфере лесопользования, предлагается объединить в две основные группы: опасности, приводящие к ухудшению экологических и сырьевых функций леса, и опасности, осложняющие ведение лесозаготовительных работ. Так, например, к первой группе можно отнести такие показатели опасных явлений, как чрезвычайная пожарная опасность (5-й класс пожарной опасности по В. Г. Нестерову), атмосферная засуха (отсутствие эффективных осадков при $t_{\max} > +25$ °С не менее 30 дней подряд), болезни леса, насекомые-вредители и т. д. Во вторую группу попадают: сильный мороз ($t_{\min} < -40$ °С в течение 3 суток и более), аномально холодная погода ($t_{\min} < -35$ °С в течение 5 суток и более), сильная метель (перенос снега с подстилающей поверхности сильным ветром, продолжительностью 12 ч и более), сильный ливень (сильный ливневый дождь с количеством

выпавших осадков не менее 30 мм за период не более 1 часа) и т. д. Показатели, относящиеся к ветровой активности, такие, как ураганный ветер (ветер разрушительной силы при достижении скорости 33 м/с и более), очень сильный ветер (скорость ветра 25 м/с и более), шквал (резкое кратковременное усиление скорости ветра до 25 м/с и более), входят и в первую, и во вторую группы. Эти опасности приводят не только к ветровалам и ветроломам, но и вносят ограничения во время лесозаготовительных работ.

Неблагоприятные явления наносят меньший вред и не достигают критериев опасности, но при продолжительном воздействии их отрицательные последствия могут оказаться довольно значительными и нанести ущерб экономике и населению [10]. Они также делятся на две группы. К опасностям, приводящим к ухудшению экологических и сырьевых функций леса, например, относятся следующие показатели: высокая пожарная опасность (4-й класс пожарной опасности по В. Г. Нестерову), засушливые дни (отсутствие эффективных осадков при $t_{\max} > +25$ °С), сухие грозы и т. д. Неблагоприятные факторы, осложняющие ведение лесозаготовительных работ, включают частые дожди (в течение 10 суток и более), сильный ветер (ветер со скоростью 15 м/с и более), продолжительный весенний поводок и т. д.

Информация по представленным показателям собиралась на основании данных Западно-Сибирского УГМС Гидрометцентра России по 22 метеостанциям Томской области за период с 2005 по 2018 г. В качестве дополнительной информации была проанализирована созданная ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» база сведений о неблагоприятных и опасных явлениях, нанесших социальные и экономические потери на территории России [11]. Использовались данные Департамента лесного хозяйства Томской области, Центра защиты леса, отчетов о НИР в ИМКЭС СО РАН.

В ходе аналитических работ показатели заносились в базу данных и обрабатывались с применением аппарата математической статистики. Формирование набора базы геоданных и визуализация полученных материалов проводились с помощью современных ГИС-технологий на базе многофункционального ПО ArcGIS.

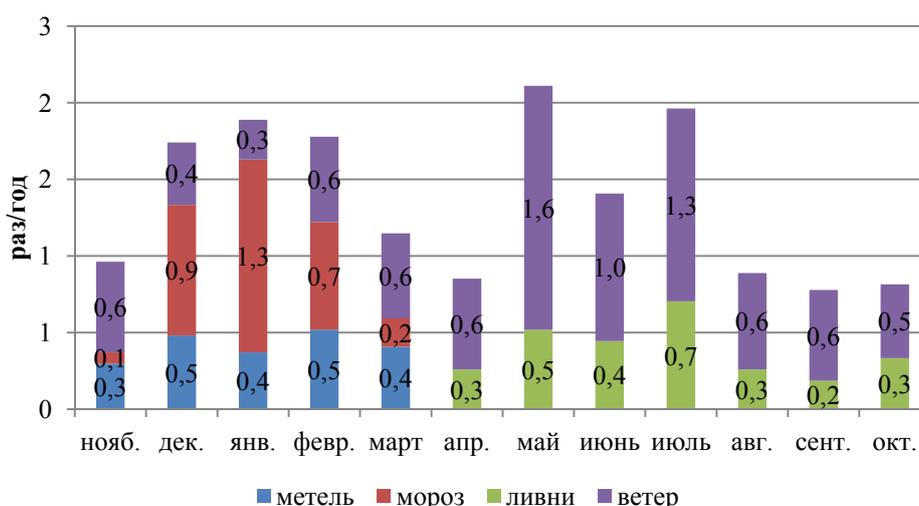
Результаты исследования

Согласно данным Лесного плана Томской области [12], в общей структуре опасностей, влияющих на состояние древостоя, 64 % приходится на лесные пожары, при этом из них 51 % составляют пожары антропогенного происхождения и только 13 % – природного, почти в равных долях (по 15 %) представлены ураганные ветры и болезни леса, а также 6 % приходится на вспышки вредителей. Необходимо отметить, что интенсивность всех перечисленных явлений носит существенную зависимость от климатических факторов. Так, начальная фаза вспышки массового размножения первичных вредителей леса возникает при определенных погодных условиях [13]. Скорость поражения лесов болезнями,

распространение и вредоносность также зависят от степени благоприятности внешних условий среды [14]. В дальнейшем каждый вид опасных явлений вызывает нарушение устойчивости насаждений, тем самым приводя к их общему ослаблению и созданию благоприятной среды для интенсивного развития других опасностей [15].

Сезонная дифференциация показывает, что более 70 % природных опасностей приходится на *теплый период* года, когда активизируются конвективные явления [16]. Аномально жаркая погода, сухие грозы, длительное отсутствие осадков создают благоприятные условия для развития лесных пожаров, размножения вредителей леса. Выявлено, что наиболее опасный в этом отношении период – с июня по июль: в среднем количество сухих гроз в июне составляет 2,6, в июле 3,1, а в августе 1,6. Наиболее жарким и сухим являются также последняя декада июня и первая половина июля. Последствия этого видны на примере аномально жаркого и сухого лета 2012 г., когда погодные условия оказались весьма благоприятным для размножения двух поколений уссурийского полиграфа на территории южных районов Томской области [17]. В этом же году в период чрезвычайной ситуации было зарегистрировано 518 лесных пожаров на общей площади 102 120,3 га [18], ущерб от потери древесины составил более 60 млн руб.

Оценка повторяемости дней с очень сильными ветрами (скорость ветра – 25 м/с и более) выявила сезонную выраженность и значительную неравномерность данного показателя по месяцам (рисунок). Анализ за 30-летний период показал, что среднемноголетний показатель встречаемости опасных ветров в мае составил 1,6 раза/месяц, в июле – 1,3 раза/месяц и в июне – 1,0 раза/месяц. Наибольший ущерб лесному фонду области в результате ветровой деятельности был нанесен в июле 2005 г., июне 2007 г. Тогда ураганами было повреждено более 15 тыс. га леса.



Среднегодовая повторяемость опасных явлений за период 1991–2017 гг.

Опасные и неблагоприятные условия теплого периода, отрицательно сказывающиеся на ведении лесохозяйственной и лесозаготовительной деятельности, также связаны с ветровой и ливневой активностью. Эти явления наносят ограничения как на ручную, так и на сортиментную и хлыстовую заготовку [19], влияют на условия погрузки и вывозки древесины. Самое большое количество дней с сильными ветрами (со скоростью более 15 м/с) зафиксировано в мае, среднемноголетнее значение этого показателя составило 3,1 раз/месяц [20]. Сильные ливни по области наиболее вероятны в июле, мае и июне (см. рисунок), частые дожди наблюдаются чаще в августе и сентябре. Большую опасность представляют паводки, ежегодно парализующие значительную долю дорожно-транспортной системы северных районов области, тем самым нарушая доступность территорий с высоким лесоресурсным потенциалом на длительный период.

В *холодный период* года в Томской области природные опасности не наносят существенного ущерба лесному фонду, однако значительно влияют на лесозаготовительные работы. Встречаемость таких явлений, как сильные морозы ($t_{\min} < -40$ °С) и аномально холодная погода, носит дискретный характер и существенно изменяется по годам. Чаще всего на протяжении зимнего периода опасности, связанные с низкими температурами, случаются в январе и декабре (см. рисунок). Количество дней с температурой воздуха ниже -30 °С может колебаться от 8 (2015–2016 гг.) до 30 (2012–2013 гг.), среднемноголетнее значение составляет 16,4 на севере области и 13,2 – на юге. Самыми неблагоприятными месяцами по этому показателю являются январь и февраль.

Сильные ветры в зимний период года менее вероятны, чем в весенне-летний, однако они оказывают неблагоприятное воздействие на доступность лесозаготовительных участков и на условия вывоза древесины. Сильные метели наблюдаются на территории области ежегодно, за последние 30 лет зарегистрировано более 60 таких случаев. Данный показатель имеет равномерное распределение по зимним месяцам, вероятность возникновения сильных метелей колеблется от 0,3 в ноябре до 0,5 в декабре и феврале. Наиболее подвержены негативному влиянию ветровой деятельности периферийные проселочные дороги и зимники – снежные заносы и «переметы» временно парализуют их функционирование.

Обсуждение

Анализ сезонной дифференциации негативных природных факторов, влияющих на сферу лесопользования в Томской области, показал, что основной рост числа экстремальных метеорологических явлений, повсеместно отмечающийся в последние десятилетия, приходится на теплый период года. Применение статистического подхода к анализу повторяемости и частоты опасных и неблагоприятных природных явлений показывает, что основной вклад вносят очень сильные ветры, аномально жаркая погода и атмосферная засуха. В зимний период число экстремальных явлений уменьшается, основными природно-климатическими факторами, негативно влияющими на лесозаготовительную

деятельность, являются сильные морозы и сильные ветры. Тенденция усиления степени природной опасности для лесопользования ведет к увеличению рискоформирующего потенциала территории. Будущие исследования предполагают детальную пространственную дифференциацию территории Томской области по уровню проявления природных опасностей. Полученные знания и характеристики климатического фона, негативно влияющего на сферу лесопользования, могут быть использованы при создании геоинформационных ресурсов для планирования лесозаготовительного производства [21].

Заключение

Стратегия эффективного развития и функционирования сферы лесопользования подразумевает наличие полной и достоверной информации о возможных природно-климатических опасностях и рисках. Знание и анализ опасных и неблагоприятных процессов в их динамике позволяет разрабатывать превентивные меры защиты, сокращая экономические потери при эксплуатации лесных ресурсов. Выделенный в работе перечень опасных и неблагоприятных явлений для лесопользования, а также разработанная для них региональная система критериев опасности позволяют оценить риски и получить детальную информацию о временной и пространственной динамике, а также прогнозировать и составлять рекомендации для уменьшения потерь в лесном секторе.

Исследование было выполнено в рамках госбюджетной темы № АААА-А17-117013050034-9.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осипов В. И. Оценка и управление природными рисками // *Геоэкология*. – 2007. – № 3. – С. 201–211.
2. Воронина Л. В., Сергеев А. А. Климат и экономика на современном этапе развития мирового хозяйства // *Вестник СГУГиТ*. – 2015. – Вып. 3(31). – С. 137–145.
3. Costa Freitas M. B. et al. An integrated decision support system for the Mediterranean forests // *Land Use Policy*. – 2019. – Vol. 80. – P. 298–308.
4. Mahony C. R., MacKenzie W. H., Aitken S. N. Novel climates: Trajectories of climate change beyond the boundaries of British Columbia's forest management knowledge system // *Forest Ecology and Management*. – 2018. – Vol. 410. – P. 35–47.
5. Flannigan M. D., Stocks B. J., Wotton B. M. Climate change and forest fires // *Science of The Total Environment*. – 2000. – Vol. 262, Iss. 3. – P. 221–229.
6. An actuarial model of forest insurance against multiple natural hazards in fir (*Abies Alba* Mill.) stands in Slovakia / M. Brunette, J. Holec, M. Sedliak, J. Tucek, M. Hanewinkel // *Forest Policy and Economics*. – 2015. – Vol. 55. – P. 46–57.
7. Neale T., Weir J. K., McGee T. K. Knowing wildfire risk: Scientific interactions with risk mitigation policy and practice in Victoria, Australia // *Geoforum*. – 2016. – Vol. 72. – P. 16–25.
8. Aurelio Diaz Herraiz, Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça, Philip Martin Fearnside. Amazonian flood impacts on managed Brazilnut stands along Brazil's Madeira River: A sustainable forest management system threatened by climate change // *Forest Ecology and Management*. – 2017. – Vol. 406. – P. 46–52.

9. Показатели лесохозяйственной деятельности Томской области за 2017 год [Электронный ресурс] // Департамент лесного хозяйства томской области. – Режим доступа: <https://deples.tomsk.gov.ru/Otcheti-i-dokladi-o-deyatelnosti>.
10. Перечень и критерии опасных природных явлений, действующие на территории деятельности ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteo-nso.ru/pages/115>.
11. Сведения о неблагоприятных условиях погоды и опасных гидрометеорологических явлениях, нанесших социальные и экономические потери на территории России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-papjosshie-ekonomicheskie-poteri#доступ-к-данным>.
12. Лесной план Томской области. Книга 1. – Томск: Департамент развития предпринимательского и реального сектора экономики ТО; ОАО «Лесинвест»; ИМКЭС СО РАН. – Томск, 2008. – 238 с.
13. Лямцев Н. И., Исаев А. С., Зукерт Н. В. Влияние климата и погоды на динамику численности непарного шелкопряда в Европейской России // Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 62–67.
14. Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений // Болезни и вредители в лесах России. Том 1 : справочник. – М. : ВНИИЛМ, 2004. – 120 с.
15. Королева Т. С., Константинов А. В., Кушнир Е. А. Оценка влияния наблюдаемых эффектов климатической изменчивости на устойчивость лесных экосистем Российской Федерации к угрозе массового размножения вредителей и болезней леса // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 4. – С. 67–79.
16. Коршунов А. А., Шаймарданов М. З., Шаймарданова И. Л. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие экономики России для обслуживания потребителей: результаты статистического анализа опасных условий погоды [Электронный ресурс] // Труды ВНИИГМИ–МЦД, 2010. – Вып. 174. – Режим доступа: <http://meteo.ru/publications/112-trudy-vniigmi/349-trudy-vniigmi-mtsd-vypusk-174-2010-g>.
17. Волкова Е. С., Кривец С. А., Мельник М. А. Районирование территории Томской области по опасности распространения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf) – нового вредителя пихты сибирской // География и природные ресурсы. – 2014. – № 3. – С. 40–47.
18. Поляков Д. В., Барашкова Н. К., Кужевская И. В. Экстремальный режим погоды летом 2012 г на территории Томской области как отражение современных глобальных климатических тенденций // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 372. – С. 173–179.
19. Шегельман И. Р., Скрипник В. И., Галактионов О. Н. Техническое оснащение современных лесозаготовок. – СПб. : Профи-Информ, 2005. – 342 с.
20. Мельник М. А., Мельник С. А. Сильный ветер как опасный фактор для лесопользования в южно-таежной зоне Западной Сибири // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (18–22 апреля 2016 г., Новосибирск). — Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 3. – С. 105–109.
21. Мохирев А. П., Горяева Е. В., Егармин П. А. Создание геоинформационного ресурса для планирования лесозаготовительного производства // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Том 22, № 2. – С. 137–153.

Получено 09.04.2019

© М. А. Мельник, Е. С. Волкова, 2019

SEASON DIFFERENTIATION OF HAZARDOUS AND UNFAVOURABLE NATURAL PHENOMINA FOR FOREST LAND USE SPHERE IN THE TOMSK REGION

Mariya A. Mel'nik

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 10/3, Akademicheskyy Av., Tomsk, 634055, Russia, Ph. D., Researcher, Self-Organization Geosystems Laboratory, phone: (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

Elena S. Volkova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 10/3, Akademicheskyy Av., Tomsk, 634055, Ph. D., Senior Researcher, Self-Organization Geosystems Laboratory, phone: (3822)492223, e-mail: elevolko@yandex.ru

Against the background of the increasing number of natural hazards, studies on the dynamics and seasonal differentiation of dangerous and adverse natural phenomena are becoming relevant. The article proposes and analyzes the indicators that in one way or another limit the effectiveness of the forest complex in the Tomsk region. Seasonal features of manifestation of the main negative factors influencing both forest raw materials resources of the region, and conditions of logging activity are revealed. It is shown that the main contribution to the risk forming potential of the summer period is made by very strong winds, abnormally hot weather and atmospheric drought. The conclusions made by the authors on the basis of statistical analysis of a long-term series of meteorological data for the last 30 years can be used to develop regulatory requirements for the formation of a strategy for sustainable forest management in the region.

Key words: dangerous natural phenomena, unfavourable natural phenomena, seasonal features of dangerous manifestation, risks in forest management, forest resources management, forest management, environmental management, Western Siberia.

REFERENCES

1. Osipov, V. I. (2007). Assessment and management of natural risks. *Geoekologiya [Geoecology]*, 3, 201–211 [in Russian].
2. Voronina L. V., & Sergeev A. A. (2015). Climat and economics in the modern stage of worldwide economy development. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 3(31), 137–145 [In Russian].
3. Costa Freitas, M. B., et al. (2019). An integrated decision support system for the Mediterranean forests. *Land Use Policy*, 80, 298–308.
4. Mahony, C. R., MacKenzie, W. H., & Aitken, S. N. (2018). Novel climates: Trajectories of climate change beyond the boundaries of British Columbia's forest management knowledge system. *Forest Ecology and Management*, 410, 35–47.
5. Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2000). Climate change and forest fires. *Science of The Total Environment*, 262(3), 221–229.
6. Brunette, M., Holec, J., Sedliak, M., Tucek, J., & Hanewinkel, M. (2015). An actuarial model of forest insurance against multiple natural hazards in fir (*Abies Alba* Mill.) stands in Slovakia. *Forest Policy and Economics*, 55, 46–57.
7. Neale, T., Weir, J. K., & McGee, T. K. (2016). Knowing wildfire risk: Scientific interactions with risk mitigation policy and practice in Victoria, Australia. *Geoforum*, 72, 16–25.
8. Aurelio Diaz Herraiz, Paulo Mauricio Lima de Alencastro Graça, & Philip Martin Fearnside. (2017). Amazonian flood impacts on managed Brazilnut stands along Brazil's Madeira River: A sustainable forest management system threatened by climate change. *Forest Ecology and Management*, 406, 46–52.

9. Indicators of forest activity of the Tomsk region for 2017. (n. d.). Department of forestry of the Tomsk region. Retrieved from <https://deples.tomsk.gov.ru/Otcheti-i-dokladi-o-deyatelnosti> [in Russian].
10. List and criteria of natural hazards, operating on the territory of activity of State Organization "West Siberian management Hydrometeorological Service". (n. d.). Retrieved from <http://www.meteo-nso.ru/pages/115> [in Russian].
11. Information on adverse weather conditions and severe weather events that caused social and economic losses in the territory of Russia. (n. d.). Retrieved from <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri#доступ-к-данным> [in Russian].
12. *Lesnoj plan Tomskoj oblasti. Kniga 1 [Forest plan Tomsk region: Book 1]*. (2008). Tomsk: OAO "Lesinvest"; IMKES SO RAN Publ., 238 p. [in Russian].
13. Lyamcev, N. I., Isaev, A. S., & Zukert, N. V. (2000). Influence of climate and weather on the dynamics of the number of unpaired silkworm in European Russia. *Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science]*, 1, 62–67 [in Russian].
14. Kuz'michev, E. P., Sokolova, Eh. S., & Mozolevskaya, E. G. (2004). *Diseases of woody plants. In Bolezni i vrediteli v lesah Rossii: T. 1 [Diseases and pests in the forests of Russia: Vol. 1]*. Moscow: ARRISMF Publ., 120 p. [in Russian].
15. Koroleva, T. S., Konstantinov, A. V., & Kushnir, E. A. (2016). Assessment of the impact of the observed effects of climate variability on the stability of forest ecosystems of the Russian Federation to the threat of mass reproduction of pests and forest diseases. *Lesotekhnicheskij zhurnal [Forestry Engineering Journal]*, 4, 67–79 [in Russian].
16. Korshunov, A. A., Shajmardanov, M. Z., & Shajmardanova, I. L. (2010). Hydrometeorological security and sustainable development of the Russian economy for the customer service: the results of the statistical analysis of dangerous weather conditions. In *Sbornik trudov GU "VNIIGMI-MCD": Vyp. 174 [Proceedings of Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center: Issue 174]*. Retrieved from <http://meteo.ru/publications/112-trudy-vniigmi/349-trudy-vniigmi-mlsd-vypusk-174-2010-g> [in Russian].
17. Volkova, E. S., Krivec, S. A., & Mel'nik, M. A. (2014). Regionalization of Tomsk oblast according to the propagation hazard of the Ussuri bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandf), a new pest of Siberian fir. *Geografiya i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources]*, 3, 40–47 [in Russian].
18. Poliakov, D. V., Barashkova, N. K., & Kuzhevskaya, I. V. (2013). Weather anomaly in Tomsk region during summer 2012 as a reflection of the current global climate. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Tomsk State University Journal]*, 372, 173–179 [in Russian].
19. SHegel'man, I. R., Skripnik, V. I., Galaktionov, O. N. (2005). *Tekhnicheskoe osnashchenie sovremennyh lesozagotovok [Technical equipment of modern logging]*. Saint Petersburg: Pro-Inform Publ., 342 p. [in Russian].
20. Mel'nik, M. A., & Mel'nik, S. A. (2016). Strong wind as factor of hazards for forest management in the southern taiga zone of Western Siberia. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 3. Ekonomicheskoe razvitie Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodnopol'zovaniia, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravlenii e nedvizhimost'iu [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Vol. 3. Economic Development of Siberia and the Far East. Environmental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management]* (pp. 105–109). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].
21. Mokhirev A. P., Goryaeva E. V., & Egarmin P. A. (2017). Creation of Geoinformation Resource for Planning of Forest Harvesting Production. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(2), 137–153 [in Russian].

Received 09.04.2019

© M. A. Mel'nik, E. S. Volkova, 2019