

САНИТАРНОЕ И ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ (СМЕШАННЫХ) ЛЕСОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Бутока[✉], Л.Н. Скрыпник

ФГБОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», Россия, 236041, Калининградская обл., г. Калининград, ул. Александра Невского, д. 14

stas-ek@mail.ru

Приведены данные мониторинга санитарно-лесопатологического состояния лесного фонда Калининградской обл. Рассмотрено влияние на санитарно-лесопатологическое состояние насаждений за период с 2019 по 2021 гг. таких основных факторов, как лесные пожары, неблагоприятные погодные и почвенно-климатические условия, распределение очагов вредителей и болезней, а также влияние антропогенных и непатогенных факторов. Проанализирована возможная угроза лесным насаждениям, исходящая от перечисленных факторов. Определены основные причины гибели насаждений лесного фонда Калининградской обл. — негативные погодные и почвенно-климатические условия (70 % общей площади поврежденных насаждений) и болезни. Представлены материалы распределения лесного фонда соответственно по площадям с ослаблением и гибелью насаждений, очагам вредителей и болезней. Установлен основной вид насекомого-вредителя — это короед-типограф (*Ips typographus*). Зафиксировано отсутствие насекомых — вредителей леса, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Калининградской обл. и отнесенных к карантинным видам. Дан анализ воздействию негативных факторов, вызывающих ослабление (усыхание) насаждений лесного фонда Калининградской обл. Рекомендуются проведение лесопатологического мониторинга и санитарно-оздоровительных мероприятий, выполнение мелиоративных работ, усиление контроля за сроками и качеством проведения лесозащитных мероприятий, и в особенности санитарных рубок, со стороны органа исполнительной власти субъекта и подведомственных ему учреждений.

Ключевые слова: мониторинг санитарно-лесопатологического состояния, лесные пожары, погодные и почвенно-климатические факторы, очаги вредителей и болезней леса, антропогенные факторы, непатогенные факторы

Ссылка для цитирования: Бутока С.В., Скрыпник Л.Н. Санитарное и лесопатологическое состояние хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Калининградской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 2. С. 59–66. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-59-66

Леса являются не только важной составляющей жизнедеятельности общества, источником энергии, строительных материалов и продуктов питания [1], но и неотъемлемым компонентом окружающей природной среды, несущим в себе функции хранения углерода, сохранения биоразнообразия и регулирования климата [2–4]. Определение состояния леса предусматривает проведение утилитарных и экосистемных мер оценки функций леса в различных пространственных масштабах [5, 6]. Согласно исследованиям [7, 8] леса частично адаптировались к воздействию негативных факторов, однако в настоящее время они сталкиваются с новыми стрессами, в частности с изменением климата, загрязнением атмосферного воздуха и инвазивными вредителями [9, 10]. Важной причиной изменений, происходящих в окружающей природной среде, является распределение очагов насекомых-вредителей и связанные с ними вспышки инфекционных болезней деревьев. Это приводит к потере лесных площадей [11].

Следовательно, понимание и своевременное устранение угроз лесным ресурсам имеет большое социально-экономическое, эстетическое и природоохранное значение [12]. Для поддержания, восстановления и сохранения жизнеспособности и устойчивости лесов необходимо собирать информацию о санитарном и лесопатологическом состоянии лесов [13–15].

Воздействие биотических и абиотических факторов на леса усиливает современное изменение климата [16], которое может привести к увеличению темпов роста лесных насаждений и изменить продуктивность лесных экосистем, повлияет на характер видового распределения, уровень смертности видов и их взаимодействие [17, 18]. В результате усилятся негативные воздействия комплекса таких неблагоприятных факторов, как лесные пожары, аномальные погодные явления и изменения почвенно-климатических условий, распределение очагов вредителей и болезней леса, а также антропогенных факторов и др. [19]. Выявление последствий этих стрессов для развития лесов составляет важную научную задачу разработки системы оценивания состояния лесов на региональном и глобальном уровнях [20–25].

Цель работы

Цель работы — изучение санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений и определение возможных угроз лесному фонду Калининградской обл.

Материалы и методы исследования

Основой для проведения настоящего исследования послужили данные, полученные в ходе полевых работ в период с 2019 по 2021 гг. в лесном фонде Калининградской обл., который в настоящее время составляет 270,6 тыс. га, в том числе лесопокрытая площадь — 236,5 тыс. га, лесистость — 18,7 % [26]. В ходе полевых работ была заложена биоиндикационная сеть постоянных пунктов регистрации по лесничествам с учетом основных страт (рис. 1).

При оценке санитарного и лесопатологического состояния использовали методику организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP Forests (методика Европейской экономической комиссии ООН — ЕЭК ООН) [27].

Исследования по мониторингу санитарного и лесопатологического состояния лесов на территории лесничеств Калининградской обл. проводились ежегодно в III квартале (июль–август) до начала естественного листопада и сезонной дехромации листвы, по возможности, в один и тот же период. Обследование всех экспериментальных участков было организовано таким образом, чтобы период исследований отдельных участков составлял не более двух недель. Для более точной оценки изменений санитарного и лесопатологического состояния натурные работы проводились в одинаковой очередности.

Выбор местоположения пунктов постоянного наблюдения (ППН), включающий в себя их привязку к местности и закладку, осуществлялся с соблюдением следующих правил. Пункт должен был располагаться на пересечении координат так называемой биоиндикаторной сети на расстоянии не более 500 м от данного пересечения, но не ближе 30 м от края таксационного выдела. Привязка ППН проводилась к однозначно фиксируемым лесным ориентирам (например, квартальным столбам или просекам). Местоположение ориентиров замеряли дальномером, а место, от которого замеряли расстояние, обозначали краской при обязательной отметке векторного направления. В полевой карточке регистрировали положение ориентира, отмечая расстояние до ППН и азимут. При отсутствии модельного дерева в центре ППН вкапывали столб для возможности последующего обнаружения при повторных исследованиях.

На ППН закладывали четыре учетные точки (УТ) в соответствии с розой ветров на расстоянии 20 м от центрального дерева, которым присваивался соответствующий номер учетной точки: 1-С (север), 2-В (восток), 3-Ю (юг), 4-З (запад). В середине точки учета вкапывали кол определенной высоты. Дальномером высокой точности измеряли расстояние от центра УТ до центра диаметра стволовой части первого и шестого деревьев учета. Модельные деревья в количестве шести штук на каждой из четырех УТ представляли собой деревья удовлетворительной жизнеспособности первого яруса 1-го, 2-го и 3-го классов развития по Крафту. Суммарное число модельных деревьев в каждой ППН составляло 24 шт. На деревьях в числителе указывали краской номер дерева учета (1–6), в знаменателе номер УТ (1–4). Для деревьев высотой ниже 15 см проводили специальную маркировку полосами, количество и ширина которых зависели от номера модельного дерева. Деревья с диаметром ствола менее 15 см отмечали бирками с порядковым номером. В случае если на следующий год исследований была выявлена потеря устойчивости дерева или оно было вырублено, для исследований выбирали новые деревья, присваивая им номера нарастающим порядком.

При проведении исследований фиксировали размеры дерева и выполняли описание модельных деревьев, указывая в карточке-макете их основные показатели. Если в результате натурных исследований деревья были определены как «угнетенные или сильно остолбленные» (4-й класс по Крафту) или как «усыхающие или полностью угнетенные» (5-й класс по Крафту), то при новом учете их исключали из списка мониторинга. Основными критериями оценки санитарного состояния кроны деревьев в ППН служили степень опадения листвы и хвои (дефолиация) и изменение их окраса (дехромация). Результаты натурных исследований были обработаны и представлены в форме таблиц, рисунков и карт. Построение карт проводили в программе QGIS-Documentation [27].

Результаты и обсуждение

Проведение мониторинга санитарного и лесопатологического состояния лесного фонда позволило установить, что особенности климатического и гидрологического режимов и некоторые неблагоприятные факторы оказали негативное влияние на насаждения лесного фонда Калининградской обл.

По данным рис. 2 видно, что за период наблюдений 2019–2021 гг. была выявлена годичная последовательность изменений общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью установлена динамика изменения площадей по основным негативным факторам,

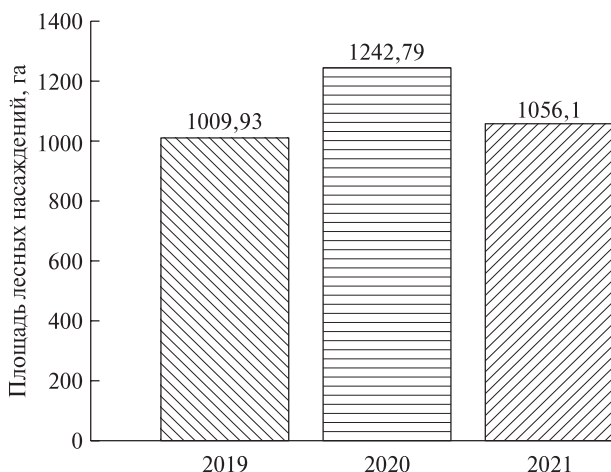


Рис. 2. Площадь лесных насаждений Калининградской обл. с неудовлетворительным санитарным состоянием за период 2019–2021 гг.

Fig. 2. Change in the area of forest plantations in the Kaliningrad region, characterized by unsatisfactory sanitary conditions, for the period 2019–2021

оказывающим воздействие на санитарное и лесопатологическое состояние насаждений. Показатель общей площади насаждений, утративших устойчивость в 2021 г. (1056,01 га) уменьшился на 4,4 % относительно 2019 г. (1009,93 га).

По результатам проведенных в 2019 г. исследований установлена общая площадь лесных насаждений, характеризующихся нарушенной и утраченной устойчивостью — 1009,93 га. Основными причинами ослабления, частичной или полной гибели лесных насаждений региона служили неблагоприятные погодные явления, изменения почвенно-климатических условий и болезни леса. Доля площади угнетенных лесных насаждений под действием аномальных погодных явлений и почвенно-климатических факторов увеличилась в 2019 г. на 30,36 %. Площадь насаждений, поврежденных болезнями, в 2019 г. составила 211,60 га. Очагов карантинных и инвазивных видов вредителей на территории Калининградской обл. в 2019 г. не зарегистрировано.

Общая выявленная площадь лесных насаждений, характеризующихся нарушенной и утраченной устойчивостью на территории Калининградской обл., по результатам проведенных исследований за 2020 г., составила 1242,79 га. По сравнению с 2019 г. площадь усыхающих насаждений увеличилась на 232,86 га (23,05 %), а площадь погибших насаждений — на 4,36 га (19,50 %). Такое увеличение не является следствием негативного воздействия каких-либо отдельных факторов окружающей среды, а вызвано комплексом причин и соответствует нормальному состоянию устойчивой экосистемы, для которой характерны колебания численности биологических видов. По сравнению с 2019 г. соотношение

указанных выше показателей практически не изменилось. Аномальные погодные явления и изменения почвенно-климатических факторов, а также болезни леса стали основными причинами ослабления и гибели лесных насаждений региона. Влияние неблагоприятных погодных явлений и почвенно-климатических факторов увеличилось в 2020 г. на 36,40 % по сравнению с 2019 г. Площади, оказавшиеся в сфере этого влияния, составили 933,27 га, а в 2020 г. площади насаждений, поврежденных болезнями, составили 180,40 га (показатель снизился на 14,74 % по сравнению с 2019 г.). Очагов карантинных и инвазивных видов вредителей на территории Калининградской обл. в 2020 г., как и в 2019 г., не зарегистрировано.

По результатам проведенных исследований за 2021 г. выявленная общая площадь насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью на территории Калининградской области составила 1056,01 га, данный показатель уменьшился на 15 % от площади данного показателя в 2020 г., а площадь погибших насаждений уменьшилась на 8,28 га (8,73 %). По сравнению с 2020 г. соотношение причин ослабления и гибели лесных насаждений практически не изменилось. Основные причины ослабления и гибели лесных насаждений региона — это неблагоприятные погодные явления и изменения почвенно-климатических факторов, наличие болезней леса. Влияние аномальных погодных явлений и изменения почвенно-климатических условий в 2021 г. уменьшилось на 15 % по сравнению с 2020 г., площади, оказавшиеся в сфере влияния этих факторов, составили 792,61 га — площадь насаждений, поврежденных болезнями, в 2021 г. составила 152,80 га (показатель снизился на 15,3 % по сравнению с 2020 г.). Очагов карантинных и инвазивных видов вредителей на территории Калининградской обл. в 2021 г., как и в 2020 г., не зарегистрировано.

Период 2019–2022 г. характеризуется сильным пагубным влиянием неблагоприятных факторов на санитарное состояние древостоя Калининградской обл. Основные причины ослабления и гибели лесных насаждений региона — это аномальные погодные явления, изменение почвенно-климатических условий и болезни леса, усилившиеся в 2021 г. на 13,6 % по сравнению с 2019 годом (684,21 га) и составившие 792,61 га (рис. 3).

Площадь поврежденных болезнями насаждений в 2021 г. составила 152,80 га (показатель снизился на 27,9 % по сравнению с 2019 г.). Очагов карантинных и инвазивных видов вредителей на территории Калининградской обл. в 2021 г., как и в 2019 г., не зарегистрировано. Установлена динамика изменения площадей, как в общем, так и по основным факторам, регулирующим устойчивость (рис. 4).

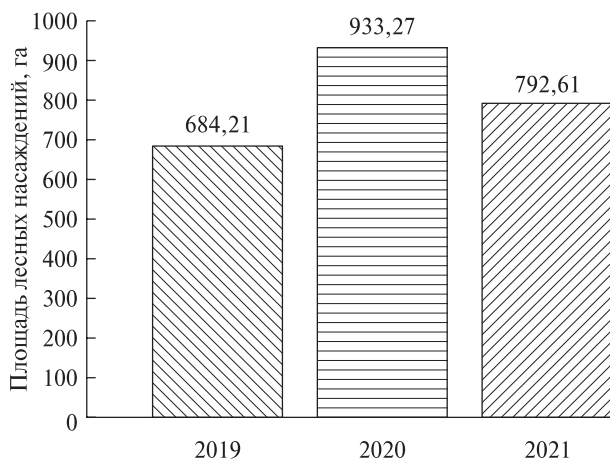


Рис. 3. Площадь лесных насаждений Калининградской обл., с неудовлетворительным санитарным состоянием вследствие неблагоприятных погодных явлений и изменения почвенно-климатических условий, за период 2019–2021 гг.

Fig. 3. Change in the area of forest plantations in the Kaliningrad region, characterized by poor sanitary conditions due to adverse weather conditions and soil and climatic factors, for the period 2019–2021

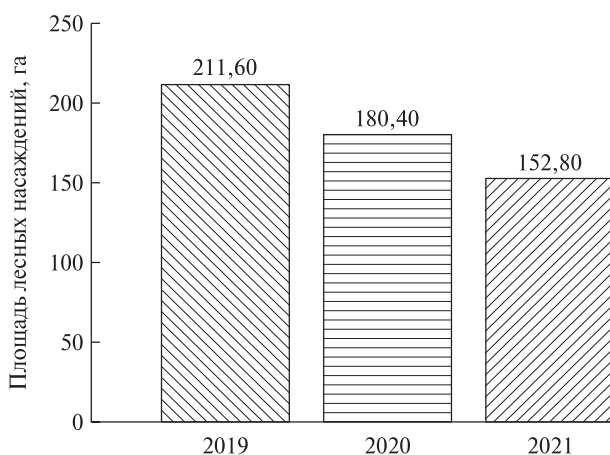


Рис. 4. Площадь лесных насаждений Калининградской обл., с неудовлетворительным санитарным состоянием вследствие болезней за период 2019–2021 гг.

Fig. 4. Change in the area of forest plantations in the Kaliningrad region, characterized by poor sanitary conditions due to forest diseases, for the period 2019–2021

Исследование состояния лесов представляет собой одну из актуальных и очевидных задач для определения их жизнеспособности и сохранения ресурсного и экологического потенциала, повышения продуктивности и устойчивости древесных насаждений [28–31].

Леса имеют исключительно широкий спектр древесно-кустарниковой растительности разных лесоводственно-таксационных характеристик, ежегодно подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотического и биотического характера, что приводит к ослаблению и гибели деревьев. В насаждениях повышается

отпад (патологический) и ухудшается санитарное состояние, поэтому для своевременного выявления и предотвращения потенциальной угрозы в дальнейшем необходимо проводить мониторинг санитарного и лесопатологического состояния насаждений [32]. Проведение исследований необходимо для управления лесами и разработки рекомендаций по экологии [33].

Выводы

За период наблюдений 2019–2021 гг. установлены основные причины ослабления (усыхания) насаждений на территории государственного лесного фонда Калининградской обл., в частности, аномальные погодные явления, изменения почвенно-климатических условий и болезни леса, наличие основного стволового вредителя — короеда-типографа (*Ips typographus* L.).

Максимальная площадь с поврежденными и погибшими насаждениями, очагами вредителей и болезней леса в регионе зарегистрирована в 2019 г. При этом зафиксировано снижение площадей с насаждениями, утратившими устойчивость к 2021 г.

По полученным данным, в последующие после изученного периода годы, резкого ухудшения состояния лесных насаждений области не ожидается, за исключением увеличения площади поврежденных насаждений вследствие воздействия аномальных погодных явлений и изменения почвенно-климатических условий.

Список литературы

- [1] Edmonds R.L., Agee J.K., Gara R.I. Forest Health and Protection. New York, USA: McGraw-Hill, 2000, 630 p.
- [2] Gauthier S., Bernier P., Kuuluvainen T., Shvidenko A., Schepaschenko D. Boreal forest health and global change // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 819–822.
- [3] Lewis S., Edwards D., Galbraith D. Increasing human dominance of tropical forests // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 827–832.
- [4] Millar C.I., Stephenson, N.L. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance // Science, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 823–826.
- [5] Canadell J.G., Raupach M.R. Managing forests for climate change mitigation // Science, 2008, v. 320, pp. 1456–1457.
- [6] Streck C., Scholz S. The role of forests in global climate change: Whence we come and where we go // International Affairs, 2006, v. 82(5), pp. 861–879. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2006.00575.x>
- [7] Pautasso M., Schlegel M., Holdenrieder O. Forest Health in a Changing World // Microbial Ecology, 2015, v. 69(4), pp. 826–842.
- [8] Sturrocka R. N., Frankelb S. J., Brown A. V. Climate change and forest diseases // Plant Pathology, 2011, v. 60(1), pp. 133–149.
- [9] Ghazoul J. Forests: A Very Short Introduction. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015, 150 p.
- [10] Le Roux D., Ikin K., Lindenmayer D. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets // Biological Conservation, 2015, v. 191, pp. 558–566.

- [11] Wingfield M., Brockerhoff E., Wingfield B., Slippers B. Planted forest health: The need for a global strategy // *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 832–836.
- [12] Boyd I.L., Freer-Smith P.H., Gilligan C.A. The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services // *Science*, 2013, v. 342, p. 1235773.
- [13] Кубасов А.В., Гаврилина О.М., Гурский А.А. Общая оценка санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений департамента лесного хозяйства Оренбургской области // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2010. № 3(27). С. 34–37.
- [14] Thomsen I.M. Precipitation and temperature as factors in *Gremmeniella abietina* epidemics // *Forest Pathology*, 2009, v. 39, pp. 56–72.
- [15] Woods A., Coates K., Hamann A. Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change? // *BioScience*, 2005, v. 55, pp. 761–769. DOI:10.1641/0006-3568(2005)055[0761:IAUDNB]2.0.CO;2
- [16] Linnakoski R., Forbes K. Pathogens – The Hidden Face of Forest Invasions by Wood-Boring Insect Pests // *Frontiers in Plant Science*, 2019, no. 10, no. at. 90. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00090>
- [17] Britton K.O., Liebhold A.M. One world, many pathogens! // *New Phytol*, 2013, v. 197, pp. 9–10. DOI: 10.1111/nph.12053
- [18] Pautasso M., Aas G., Queloz V., Holdenrieder O. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback — A conservation biology challenge // *Biological Conservation*, 2013, v. 158, pp. 37–49. DOI:10.1016/j.biocon.2012.08.026
- [19] Jepsen J., Kapari L., Hagen S. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch // *Global Change Biology*, 2011, v. 17, pp. 2071–2083. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02370.x
- [20] Adams H., Guardiola-Claramonte M., Barron-Gaord G., Villegas J., Breshears D., Zou C., Troch P., Huxman T. Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2009, v. 106, pp. 7063–7066. DOI: 10.1073/pnas.0901438106
- [21] Allen C., Macalady A., Chenchouni H., Bachelet D. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests // *Forest Ecology and Management*, 2010, v. 259, pp. 660–684. DOI:10.1016/j.foreco.2009.09.001
- [22] McDowell N., Beerling D., Breshears D., Fisher R.A., Raffa K., Stitt M. The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality // *Trends Ecol. Evol.*, 2011, v. 26, pp. 523–532. DOI: 10.1016/j.tree.2011.06.003
- [23] Pautasso M. Forest ecosystems and global change: The case study of Insubria // *Annali di Botanica*, 2013, v. 3, pp. 1–29. DOI:10.4462/annbotrm-10092
- [24] Trumbore S., Brando P., Hartmann H. Forest health and global change // *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 814–818. DOI: 10.1126/science.aac6759
- [25] Ikegami M., Jenkins T. Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using species distribution model and simple thermal model—pine wilt disease as a model case // *For. Ecol. Manag.*, 2018, v. 409, pp. 343–352. DOI:10.1016/j.foreco.2017.11.005
- [26] Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Калининградской области и прогноз лесопатологической ситуации. Калининград: Изд-во Филиала ФБУ «Рослесозащита» — «ЦЗЛ Калининградской области», 2019. 134 с.
- [27] Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP Forests (методика ЕЭК ООН). М.: Изд-во Федеральной службы лесного хозяйства России, 1995. 39 с.
- [28] László R. Researches of forestry sanitary in the region of Ivan // *Eurasian Forests — Serbian Forests: Materials of the XVIII International Conference of Young Scientists, dedicated to the academician Prof. Žarko Miletić (1891–1968)*. Belgrade: University of Belgrade Faculty of Forestry, 2019. pp. 227–228.
- [29] Стороженко В.Г., Чеботарев П.А., Чеботарева В.В. Структура древостоев естественного формирования на вырубках дубовых лесов XIX в. (Филиал Теллермановское опытное лесничество ИЛАН РАН) // *Лесной вестник / Forestry Bulletin*, 2021. Т. 25. № 3. С. 14–23. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-3-14-23
- [30] Кищенко И.Т. Рост и развитие интродуцированных видов *Larix Mill.* в таежной зоне (Карелия) // *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*, 2021. Т. 14. № 1. С. 61–83.
- [31] Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Контролирование пожаров растительности на особо охраняемых природных территориях // *География и природные ресурсы*, 2019. № S5 (159). С. 59–65.
- [32] Приказ от 5 апреля 2017 года № 156 Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (дата обращения 20.12.2021).
- [33] Экологические аспекты глобального взаимодействия живых систем / под ред. М.В. Даниловой. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2020. 67 с.

Сведения об авторах

Бутока Станислав Веславович  — аспирант института живых систем, БФУ им. И. Канта, stas-ek@mail.ru

Скрыпник Любовь Николаевна — канд. биол. наук, доцент института живых систем, БФУ им. И. Канта, LSkrypnik@kantiana.ru

Поступила в редакцию 23.11.2022.

Одобрено после рецензирования 10.01.2023.

Принята к публикации 12.01.2023.

SANITARY AND FOREST PATHOLOGY STATE OF CONIFEROUS-BROAD-LEAVED (MIXED) STANDS IN KALININGRAD REGION

S.V. Butoka✉, L.N. Skrypnik

IKBFUI Kant, 14, Aleksandr Nevsky st., 236041, Kaliningrad, Kaliningrad reg., Russia

stas-ek@mail.ru

The monitoring data of the sanitary and forest pathology state of the forest resources in the Kaliningrad region are presented. The influence of such main factors on the sanitary and forest pathology state of stands for the period from 2019 to 2021 is considered, namely forest fires, unfavorable weather and soil-climatic conditions, the distribution of pests and diseases foci, as well as anthropogenic and non-pathogenic factors. Their threat to forest plantations is analyzed. The main reasons for the plantations death of the forest fund of the Kaliningrad region are highlighted, they are negative weather and soil-climatic conditions (70 % of the total damaged area) and diseases. The results of the distribution of the forest fund areas for reasons with the established weakening and destruction of plantations, the distribution of pests and diseases foci are presented. The main species of insect pest — typographer bark beetle (*Ips typographus*) — has been determined. The absence of insects — forest pests, listed in the Red Data Books of the Russian Federation and the Kaliningrad region, and classified as quarantine species — was recorded. The impact of negative factors causing the weakening (drying out) of forest plantations in the Kaliningrad region has been analyzed, it is recommended to conduct forest pathological monitoring, sanitary and recreational activities, perform reclamation work, strengthen control over the timing and quality of forest protection measures, and in particular sanitary cuttings, by the authority executive power of the subject and its subordinate institutions.

Keywords: monitoring of sanitary and forest pathological state, forest fires, weather and soil-climatic factors, foci of forest pests and diseases, anthropogenic factors, non-pathogenic factors

Suggested citation: Butoka S.V., Skrypnik L.N. *Sanitarnoe i lesopatologicheskoe sostoyanie khvoynno-shirokolistvennykh (smeshannykh) lesov Kaliningradskoy oblasti* [Sanitary and forest pathology state of coniferous-broad-leaved (mixed) stands in Kaliningrad region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 2, pp. 59–66. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-59-66

References

- [1] Edmonds R.L., Agee J.K., Gara R.I. *Forest Health and Protection*. New York, USA: McGraw-Hill, 2000, 630 p.
- [2] Gauthier S., Bernier P., Kuuluvainen T., Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Boreal forest health and global change. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 819–822.
- [3] Lewis S.L., Edwards D.P., Galbraith D. Increasing human dominance of tropical forests. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 827–832.
- [4] Millar C.I.; Stephenson, N.L. Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 823–826.
- [5] Canadell J.G.; Raupach M.R. Managing forests for climate change mitigation. *Science*, 2008, v. 320, pp. 1456–1457.
- [6] Streck C., Scholz S.M. The role of forests in global climate change: Whence we come and where we go. *International Affairs*, 2006, v. 82(5), pp. 861–879. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2346.2006.00575.x>
- [7] Pautasso M., Schlegel M., Holdenrieder O. Forest Health in a Changing World. *Microbial Ecology*, 2015, v. 69(4), pp. 826–842.
- [8] Sturrock R. N., Frankel S. J., Brown A. V. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 2011, v. 60(1), pp. 133–149.
- [9] Ghazoul J. *Forests: A Very Short Introduction*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015, 150 p.
- [10] Le Roux D.S., Ikin K., Lindenmayer D.B. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 2015, v. 191, pp. 558–566.
- [11] Wingfield M. J., Brockerhoff E. G., Wingfield B. D., Slippers B. Planted forest health: The need for a global strategy. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 832–836.
- [12] Boyd I.L., Freer-Smith P.H., Gilligan C.A. The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*, 2013, v. 342, p. 1235773.
- [13] Kubasov A.V., Gavrilina O.M., Gurskiy A.A. *Obshchaya otsenka sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesnykh nasazhdeniy departamenta lesnogo khozyaystva Orenburgskoy oblasti* [General assessment of the sanitary and forest pathological state of forest plantations of the Department of Forestry of the Orenburg Region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2010, no. 3 (27), pp. 34–37.
- [14] Thomsen I.M. Precipitation and temperature as factors in *Gremmeniella abietina* epidemics. *Forest Pathology*, 2009, v. 39, pp. 56–72.
- [15] Woods A., Coates K.D., Hamann A. Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change? *BioScience*, 2005, v. 55, pp. 761–769. DOI: 10.1641/0006-3568(2005)055[0761:IAUDNB]2.0.CO;2
- [16] Linnakoski R., Forbes K.M. Pathogens – The Hidden Face of Forest Invasions by Wood-Boring Insect Pests. *Frontiers in Plant Science*, 2019, no. 10, no. at. 90. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00090>
- [17] Britton K.O., Liebhold A.M. One world, many pathogens! *New Phytol*, 2013, v. 197, pp. 9–10. DOI: 10.1111/nph.12053
- [18] Pautasso M., Aas G., Queloz V., Holdenrieder O. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback — A conservation biology challenge. *Biological Conservation*, 2013, v. 158, pp. 37–49. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.08.026
- [19] Jepsen J.U., Kapari L., Hagen S.B. Rapid northwards expansion of a forest insect pest attributed to spring phenology matching with sub-Arctic birch. *Global Change Biology*, 2011, v. 17, pp. 2071–2083. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02370.x

- [20] Adams H.D., Guardiola-Claramonte M., Barron-Gaord G.A., Villegas J.C., Breshears D.D., Zou C.B., Troch P.A., Huxman T.E. Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2009, v. 106, pp. 7063–7066. DOI: 10.1073/pnas.0901438106
- [21] Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 2010, v. 259, pp. 660–684. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.09.001
- [22] McDowell N.G., Beerling D.J., Breshears D.D., Fisher R.A., Raffa K.F., Stitt M. The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality. *Trends Ecol. Evol.*, 2011, v. 26, pp. 523–532. DOI: 10.1016/j.tree.2011.06.003
- [23] Pautasso M. Forest ecosystems and global change: The case study of Insubria. *Annali di Botanica*, 2013, v. 3, pp. 1–29. DOI: 10.4462/annbotrm-10092
- [24] Trumbore S., Brando P., Hartmann H. Forest health and global change. *Science*, 2015, v. 349, iss. 6250, pp. 814–818. DOI: 10.1126/science.aac6759
- [25] Ikegami M., Jenkins T.A. Estimate global risks of a forest disease under current and future climates using species distribution model and simple thermal model—pine wilt disease as a model case. *For. Ecol. Manag.*, 2018, v. 409, pp. 343–352. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.11.005
- [26] *Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Kaliningradskoy oblasti i prognoz lesopatologicheskoy situatsii* [Review of the sanitary and forest pathological state of the forests of the Kaliningrad region and the forecast of the forest pathological situation]. Kaliningrad: Branch of FBU «Roslesozashchita» — «Central Protection Center of the Kaliningrad Region», 2019, 134 p.
- [27] *Metodika organizatsii i provedeniya rabot po monitoringu lesov evropeyskoy chasti Rossii po programme ICP Forests (metodika EEK OON)* [Methodology for organizing and conducting work on monitoring forests in the European part of Russia under the ICP Forests program (UNECE Methodology)]. Moscow: Federal Forestry Service of Russia, 1995, 39 p.
- [28] László R. Researches of forestry sanitary in the region of Ivan // *Eurasian Forests — Serbian Forests: Materials of the XVIII International Conference of Young Scientists, dedicated to the academician Prof. Žarko Miletić (1891–1968)*. Belgrade: University of Belgrade Faculty of Forestry, 2019. pp. 227–228.
- [29] Storozhenko V.G., Chebotarev P.A., Chebotareva V.V. *Struktura drevostoev estestvennogo formirovaniya na vyrubkakh dubovykh lesov XIX v. (Tellermanovskoe opytnoe lesnichestvo ILAN RAN)* [Natural formation stands composition in clearings of XIX century oak forests (Tellermanovskoe experimental forestry IFS RAS)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 14–23. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-3-14-23
- [30] Kishchenko I.T. *Rost i razvitiye introdutsirovannykh vidov Larix Mill. v taezhnoy zone (Kareliya)* [Growth and development of introduced species of Larix mill. in the taiga zone (Karelia)]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya* [Journal of the Siberian Federal University. Series: Biology], 2021, v. 14, no. 1, pp. 61–83.
- [31] Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. *Kontrolirovaniye pozharov rastitel'nosti na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh* [Controlling fires of vegetation in specially protected natural areas]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2019, no. S5 (159), pp. 59–65.
- [32] *Prikaz ot 5 aprelya 2017 goda № 156 Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya gosudarstvennogo lesopatologicheskogo monitoringa* [Order of April 5, 2017 No. 156 On approval of the Procedure for the implementation of state forest pathological monitoring]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/456058836> (accessed 20.12.2021)
- [33] *Ekologicheskie aspekty global'nogo vzaimodeystviya zhivykh sistem* [Environmental aspects of the global interaction of living systems]. Ed. M.V. Danilova. Kaliningrad: IKBFU Publishing House I. Kant, 2020, 67 p.

Authors' information

Butoka Stanislav Veslavovich ✉ — pg., Institute of Living Systems, IKBFU, stas-ek@mail.ru

Skrypnik Liubov Nikolaevna — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor, Institute of Living Systems, IKBFU, LSkrypnik@kantiana.ru

Received 23.11.2022.

Approved after review 10.01.2023.

Accepted for publication 12.01.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest