

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИГОДНОСТИ ЛЕСА К ВЫРУБКЕ С УЧЕТОМ ФЛОРЫ И ФАУНЫ

В.С. Осипик, А.И. Говоров, К.Е. Щаникова

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

leraosipik@mail.ru

Рассмотрено влияние вырубки леса на представителей флоры и фауны. По результатам анализа актуальных источников и примеров последствий массовых рубок на территории России и в мире, сделан вывод об отрицательном воздействии вырубки леса на флору и фауну. Доказано, что одним из последствий обезлесения планеты может быть исчезновение редких видов животных и растений. Показана важность контроля вырубки, так как бесконтрольная вырубка лесов кардинально изменяет лесные экосистемы. Почеркнуто большое значение для сохранения редких видов животных расчета критериев оценки значимости флоры и фауны, определяющего возможность (либо невозможность) рубки леса. Приведена разработанная методика расчета параметра, отражающего влияние наличия различных представителей флоры и фауны на возможность вырубки лесов. Расчет проведен в рамках масштабного проекта, посвященного разработке системы по определению экологически оптимальных территорий для вырубки лесов. Представлены различные критерии, которые могут влиять на выбор района для вырубки лесов, в дальнейшем используемые для расчета единого показателя, определяющего возможность рубки. Кроме того, проект нацелен на создание графического отображения мест, наиболее пригодных для рубок. Определены также показатели, на основе которых разработана математическая модель, отражающая пригодность леса к вырубке, исходя из перечня представителей флоры и фауны, которая учитывает количество краснокнижных представителей фауны и наличие растительности, занесенной в Красную книгу России или Красные книги субъектов Российской Федерации на рассматриваемой территории.

Ключевые слова: экологическая проблема, обезлесение, вырубка лесов, вымирающие виды животных

Ссылка для цитирования: Осипик В.С., Говоров, А.И., Щаникова К.Е. Методика расчета пригодности леса к вырубке с учетом флоры и фауны // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 4. С. 59–64. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-59-64

В системе мировых приоритетов экологические проблемы все более приближаются к первостепенным, поскольку экология — один из важнейших факторов развития человечества. Актуальный вопрос современности — обеспечение гармонии между индустриальным развитием и окружающей человека природной средой.

XXI в. — век прогрессивно растущего потребления. Людей больше интересует материальная выгода, нежели вытекающие из этого последствия. По причине этого происходит только ухудшение всех показателей, характеризующих окружающую среду. Так, одной из самых острых проблем в России на сегодняшний день является обезлесение [1].

Проблему обезлесения Земли ученые поднимали со второй половины XX в. Одним из его побочных явлений признана гибель множества видов растений и животных с уничтожением деревьев. Лес — это слаженная экологическая система, в основе которой лежит взаимодействие флоры и фауны, и любое внедрение в нее влечет за собой непоправимые изменения.

Массовая вырубка лесов является проблемой мирового масштаба, поскольку в результате вырубки нарушается естественная среда обитания животных, птиц и насекомых, уменьшается чис-

ленность популяции рыб и земноводных, как указано в работе [2], сокращение площади лесов имеет тенденцию нарастать.

В России за год вырубается около 1,2 млн га леса. По данным организации по защите окружающей среды «Гринпис», с 2000 г. по 2013 г. Россия утратила 6,5 %, или 17,8 млн га, дикого леса. Однако в последующие три года скорость исчезновения первозданных лесов на территории страны возросла почти в 2 раза, что является самым высоким показателем исчезновения лесов в мире [3].

Такая глобальная проблема требует разностороннего подхода и использования различных методов, одним из которых является разработка проекта по созданию системы определения экологически оптимальных территорий для вырубки лесов. Таким проектом должно предусматриваться влияние рубок лесов на различные элементы окружающей среды и способы преодоления их негативных последствий.

Цель работы

Цель работы — рассмотрение глобальных и локальных задач проекта по созданию системы определения экологически оптимальных территорий для рубок леса.

Задачи проекта

К **глобальным задачам проекта** относятся:

- поиск параметров, оказывающих влияние на определение возможности вырубки лесов;
- построение математических моделей в целях оценивания всех параметров, влияющих на определение возможности вырубки на рассматриваемой территории;
- определение взаимозависимостей в выбранных параметрах для выведения общего коэффициента, отображающего возможность вырубки лесов на рассматриваемой территории;
- разработка метода определения неизвестных для соседних территорий параметров с использованием известных параметров на основе методов машинного обучения;
- разработка программной системы для построения интерактивной карты, отображающей экологически оптимальные территории для вырубки лесов.

Для рассмотрения одного из аспектов — влияния вырубки леса на представителей флоры и фауны — были поставлены следующие **локальные задачи проекта**:

- анализ предметной области в целях рассмотрения возможности вырубки лесов с учетом влияния обезлесения на представителей флоры и фауны;
- поиск и определение показателей, на основе которых возможна разработка математической модели;
- разработка математической модели, отражающей пригодность леса к вырубке с точки зрения представителей флоры и фауны.

Актуальность рассматриваемой проблемы

Актуальность проблемы доказывает множество примеров отрицательного влияния вырубок леса на представителей растительного и животного мира. В качестве одного из примеров можно привести ситуацию, сложившуюся на Мадагаскаре, который оказался на грани экологической катастрофы вследствие стремительной вырубки лесов, повлекшей за собой исчезновение уникальных видов деревьев. По итогам проведенных исследований, Международный союз охраны природы добавил к списку исчезающих видов 83 % разновидностей растущих на острове деревьев, поскольку 80 % представителей растительного и животного мира Мадагаскара эндемичны [4], а уничтожение среды обитания угрожает эндемичным видам [5] или обрекает их на вымирание. Сокращение численности коал, например, произошло в связи с вырубкой эвкалиптовых деревьев,

которые являются источником питания для этих животных. Также было отмечено и резкое сокращение численности популяций шимпанзе на этом острове [6].

Наряду с этим вырубка леса, ведущая к уничтожению естественной среды обитания, поставила под угрозу исчезновения дальневосточного амурского тигра в России. Помимо этого вырубка леса в бассейне нерестовых рек оказала существенное влияние на воспроизводство лососевых рыб в том же регионе России [7].

По А.Н. Формозову, вырубка леса существенно сказывается на условиях обитания многих видов животных, лишая их убежищ, изменяя кормовые условия местообитаний [8]. Исследованиями доказано, что в Центральной Сибири на площадях концентрированных вырубок обилие глухаря сократилось не менее чем в 19 раз, рябчика — в 11,2 раза. В окрестностях горного хребта Тукурингра при концентрированных вырубках на больших площадях в ходе естественного возобновления образуются однообразные по возрастной структуре и породному составу леса длительно малоприспособленные для обитания кабарги [9].

В Тюменской обл. установлено отрицательное влияние сплошных рубок на численность глухаря [10]. Концентрированные вырубки существенно изменяют фауну мелких млекопитающих Восточной Фенноскандии [8].

В Предбайкалье лесопромышленное освоение негативно влияет на численность белок [11, 12]. В целом же на Байкальской природной территории лесозаготовки оказывают выраженное отрицательное воздействие на продуктивность охотничьих угодий по пушнине [13].

Таким образом, приведенный обзор литературных источников подтверждает отрицательное влияние промышленных рубок леса на представителей флоры и фауны [14].

В целях охраны и учета редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов ведется Красная книга Российской Федерации (далее — Красная книга) и Красные книги субъектов Российской Федерации.

Для вида или подвида, занесенного в Красную книгу, обычно указывается его примерная численность и причины ее сокращения, распространение по территории (ареал) в прошлом и в настоящее время, предпринимаемые и необходимые меры для охраны и другие сведения.

Списки видов Красных книг постоянно изменяются. Виды, численность которых удалось восстановить до значений, обеспечивающих их существование, из списков исключаются. Списки пополняются видами, жизненный статус которых изменился в худшую сторону.

Все виды, заносимые в Красные книги, обычно подразделяются на категории (по степени угрозы их потери) [15–21]:

I — вероятно, исчезнувшие;

II — находящиеся под угрозой исчезновения (требуются специальные меры строгой охраны);

III — сокращающиеся (еще встречаются в количествах, достаточных для выживания, но численность их быстро уменьшается);

IV — редкие (не находящиеся под угрозой вымирания, но встречающиеся в небольшом количестве или на ограниченных территориях, где они могут быть легко уничтожены);

V — неопределенные (есть основания заботиться об их судьбе, но о них сведения пока недостаточны);

VI — восстанавливаемые и восстанавливающиеся (численность и распространение которых под воздействием естественных причин или в результате принятых мер охраны начали восстанавливаться и приближаются к состоянию, когда не будут нуждаться в срочных мерах по сохранению и восстановлению).

Методика расчета пригодности леса к вырубке

В результате проведенного анализа была предложена методика для применения математической модели, отражающей пригодность рассматриваемого леса к вырубке, исходя из перечня представителей флоры и фауны. В основе предлагаемой методики лежит проверка их отношения к одному из подразделений Красной книги.

Данная методика состоит из четырех этапов:

1) расчет суммарной значимости представителей флоры;

2) расчет суммарной значимости представителей фауны;

3) расчет общей значимости для представителей флоры и фауны;

4) расчет пригодности вырубки леса в процентах.

Каждой категории (I–VI) присваивается определенный удельный вес в баллах, отражающий значимость указанных групп представителей флоры и фауны:

1) виды, находящиеся под угрозой вымирания — 10;

2) сокращающиеся виды — 8;

3) редкие виды — 6;

4) неопределенные по статусу виды — 4;

5) восстанавливаемые виды — 3;

6) виды, жизнь которых не находится в зоне риска — 2.

Следует учесть возможность миграции представителей фауны, которая зачастую отсутствует

у представителей флоры. Оценка вероятности приживаемости животных на близлежащих территориях требует дополнительных исследований.

Для представителей фауны предложен полином:

$$N = 10n_1 + 8n_2 + 6n_3 + 4n_4 + 3n_5 + 2n_6,$$

где N — сумма удельных весов представителей фауны, отражающая их общую значимость;

$n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ — число видов животных соответствующей категории.

Аналогично проведен расчет с представителями флоры. У растений отсутствует возможность перемещения, поэтому в данной работе выделены категории (1–2), имеющие следующие присвоенные им значения удельного веса:

1) виды, занесенные в Красную книгу — 10;

2) прочие виды — 2.

Для представителей флоры предложен полином:

$$P = 10p_1 + 2p_2,$$

где P — сумма удельных весов представителей флоры, отражающая их общую значимость;

p_1, p_2 — число видов растений соответствующей категории.

Далее необходимо найти сумму удельных весов для представителей флоры и фауны:

$$S = N + P,$$

где S — суммарная значимость флоры и фауны;

N — сумма весов представителей фауны, отражающая их общую значимость;

P — сумма удельных весов представителей флоры, отражающая их общую значимость.

Примеры расчета по сценариям

Сценарий 1. Рассматривается спелый лес эксплуатационной категории (по ст. 10 Лесного Кодекса Российской Федерации) в области города Х. Необходимо выяснить его пригодность к вырубке, исходя из перечня представителей флоры и фауны, рассмотрев данные об этих представителях.

Известно, что в нем обитают следующие представители фауны: тигр амурский, кабан, олень пятнистый, колонок, норка американская, белка обыкновенная.

Представители флоры: виды, занесенные в Красную книгу — отсутствуют, прочие составляют 200 особей.

Расчет. Тигр по этому сценарию пройдет по категории 1 (виды, находящиеся под угрозой вымирания) и будет иметь удельный вес 10 баллов. Остальные виды отнесены к категории 6 (виды, жизнь которых не находится в зоне риска) и будут

суммарно иметь удельный вес 10 баллов. В итоге на зверей приходится 20 баллов. Флора будет иметь удельный вес 400 баллов. Итого: фауна и флора — 420 баллов. Несмотря на такой удельный вес, вырубка на ограниченной действующими правилами вырубок площади будет возможна, поскольку тигр и другие виды (пока не появится возобновление) уйдут, а отсутствие краснокнижной растительности вырубку позволяет.

Далее необходимо рассчитать параметр H , отражающий степень непригодности вырубки леса, исходя из перечня представителей флоры и фауны. Исходя из предположения, что наиболее непригодным для вырубки будет лес, в котором все представители флоры и фауны пройдут по категориям 1 соответственно, составляется уравнение:

$$H = \frac{S \cdot 100\%}{10n_1 + 10p_1},$$

$$H = \frac{420 \cdot 100\%}{2060} = 20\%,$$

где n_1 — суммарное количество представителей фауны;

p_1 — суммарное количество представителей флоры;

S — общий вес флоры и фауны, полученный при расчете по сценарию.

Таким образом: рассмотренный лес будет на 80 % (100 % – 20 %) пригоден к вырубке.

Сценарий 2. Рассматривается спелый лес эксплуатационной категории (по ст. 10 Лесного Кодекса Российской Федерации) в области города Х. Требуется выяснить его пригодность к вырубке, рассмотрев данные о живущих в нем представителях флоры и фауны.

Известно, что в нем обитают следующие представители фауны: тигр амурский, кабан, олень пятнистый, колонок, норка американская, белка обыкновенная.

Представителей флоры: краснокнижных — 10; прочих — 200 особей.

Расчет. Тигр по этому сценарию пройдет по категории 1 и будет иметь удельный вес 10. Остальные виды отнесены к категории 6 и будут иметь удельный вес 10 баллов. Итого на зверей будет приходиться 20 баллов. На флору — 500 баллов (100 — краснокнижные и 400 — прочие остальные). Итого фауна и флора: 520 баллов. При таком удельном весе вырубка на ограниченной действующими правилами вырубок площади будет невозможна, так как тигр и другие виды (пока не появится возобновление) уйдут, а наличие краснокнижной растительности вырубку не позволяет.

Выводы

Проанализировано воздействие вырубок лесных массивов на жизнедеятельность представителей растительного и животного мира. Выявлено их отрицательное воздействие. Для решения проблемы предложены методика расчета пригодности рассматриваемого леса к вырубке с учетом его обитателей и параметры для оценивания. Математическая модель в дальнейшем может использоваться при расчете общего параметра, определяющего возможность вырубки лесных массивов на рассматриваемых территориях. При его расчете учитывается множество факторов, влияющих на установление пригодности территории к вырубке.

Список литературы

- [1] Егикян М.А. Экологические проблемы РФ и способы их решения // Ломоносовские чтения на Алтае: Фундаментальные проблемы науки и образования, Барнаул, 20–24 октября 2015 г. Барнаул: Алтайский государственный университет, 2015. С. 184–188.
- [2] Тулохонов А.К. Киотский протокол: проблемы и решения // Аналитический обзор. Сер.: Экология, 2009. № 89. С. 8.
- [3] ОМННО «Совет Гринпис». URL: <https://greenpeace.ru>. (дата обращения 04.07.2019)
- [4] В таинственной стране Мадагаскар. Год 2008 / Сост. Л.А. Каргашова. М.: Экон-информ, 2012. С. 132–137.
- [5] Yoder A.D., Campbell C.R., Blanco M.B. Geogenetic patterns in mouse lemurs (genus *Microcebus*) reveal the ghosts of Madagascar's forests past // Proceedings of the National Academy of Sciences, 2016, no. 29, pp. 8049–8056.
- [6] Бенитсиафантука Э.У. Экологические проблемы острова Мадагаскар // Молодой ученый, 2019. № 2. С. 69–72.
- [7] Кордюков А.В. Водоохранная роль лесов бассейнов малых горных рек Сахалина // Вестник ДВО РАН, 2014. № 3. С. 62–68.
- [8] Формозов А.Н. Изменение фауны человеком // Русский орнитологический журнал, 2009. Т. 18. Экспресс-выпуск № 532. С. 2163–2184.
- [9] Рогозин М. Ю., Картамышева Е. С. Вырубка лесов — экологическая катастрофа // Молодой ученый, 2017. № 51. С. 20–32.
- [10] Леонтьев Д.Ф. Влияние лесопромышленного освоения на состояние численности соболя и белки Предбайкалья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1990. 20 с.
- [11] Леонтьев Д.Ф. Лесопромышленное и охотпромысловое использование Байкальской природной территории: аспект связи лесозаготовок с охотничьим промыслом // Живые и биокосные системы, 2013. № 4. С. 33–42.
- [12] Леонтьев Д.Ф. Ландшафтно-видовой подход к оценке размещения промысловых животных юга Восточной Сибири: дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2009. 377 с.
- [13] Токарев Д.В., Кашеутов М.Д. Экологическая безопасность Российской Федерации // Вестник современных исследований, 2019. № 1.11 (28). С. 161–163.
- [14] Ревуцкая О.Л. Количественный численности охотничьих животных // Региональные проблемы, 2014. № 2. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23339849> (дата обращения 02.09.2019).

- [15] Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под ред. Ю.П. Трутнева, сост. Р.В. Камелина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
- [16] Красная Книга Российской Федерации (Животные). URL: <http://redbookrf.ru/zhivotnye> (дата обращения 04.07.2019).
- [17] Михеев А.В. Позвоночные животные Приволжско-Дубнинского государственного заповедника // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 2. № 3. С. 79–168.
- [18] Куликова О.В. Устойчивое управление лесами как инструмент реализации государственной политики в области экологии // Вестник Саратовской государственной юридической академии, 2013. № 3 (92). С.201–206.
- [19] Хлебосолов Е.И. Роль поведения в экологии и эволюции животных // Русский орнитологический журнал, 2005. Т. 14. № 277. С. 49–55.
- [20] Белаенко А.П. Экономика, экология, лес: современные реалии // Лесное хозяйство, 2007. № 6. С. 10–13.
- [21] Мартынов А.Н. Основы лесного хозяйства. Экология леса. Санкт-петербург: СПбГЛТА, 2003. 63 с.

Сведения об авторах

Осипик Валерия Сергеевна — студент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, leraosipik@mail.ru

Говоров Антон Игоревич — ассистент факультета инфокоммуникационных технологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, antongovorov@gmail.com

Щаникова Каролина Евгеньевна — студент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, karolina-99@mail.ru

Поступила в редакцию 12.11.2019.

Принята к публикации 18.02.2020.

CALCULATING METHOD OF FOREST CUTTING CONSIDERING FLORA AND FAUNA

V.S. Osipik, A.I. Govorov, K.E. Shchanikova

ITMO University, 49, Kronverkskiy pr., 197101, St. Petersburg, Russia

leraosipik@mail.ru

The article discusses the impact of deforestation on representatives of flora and fauna. The results of the analysis of relevant sources and examples of the consequences of mass logging in Russia and in the world indicate the negative impact of deforestation on the flora and fauna. It is proved that one of the consequences of deforestation of the planet may be the extinction of rare species of animals and plants. Thus, the article describes the importance of the need to control deforestation, since uncontrolled deforestation has a great impact on forest ecosystems. An important role in the conservation of rare animal species can be played by the calculation of criteria for assessing the importance of flora and fauna, which determines the possibility (or impossibility) of logging. The authors provide their own methodology for calculating the parameter, reflecting the influence of the presence of various representatives of flora and fauna on the possibility of deforestation in this region. This calculation is carried out as part of a large-scale project dedicated to the development of a system for determining environmentally optimal territories for deforestation in this area. This project discusses various criteria that may affect the choice of area for deforestation, which will be further used to calculate a single indicator that determines the possibility of cutting. In addition, the project aims to create a graphical display of places most suitable for logging. The article defines the indicators on the basis of which a mathematical model is developed that reflects the suitability of the forest for felling, based on the list of representatives of flora and fauna. This model considers the number of Red Book representatives of the fauna and the presence of vegetation listed in the Red Book of Russia or the Red Books of the constituent entities of the Russian Federation in the considered territory.

Keywords: ecological problem, deforestation, endangered species, red book

Suggested citation: Osipik V.S., Govorov A.I., Shchanikova K.E. *Metodika rascheta prigodnosti lesa k vyrubke s uchetom flory i fauny* [Calculating method of forest cutting considering flora and fauna]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 4, pp. 59–64. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-59-64

References

- [1] Egikyan M.A. *Ekologicheskie problemy RF i sposoby ikh resheniya* [Ecological problems of the Russian Federation and methods for their solution] *Lomonosovskie chteniya na Altae: Fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya* [Lomonosov Readings in Altai: Fundamental Problems of Science and Education]. Barnaul, October 20–24, 2015. Barnaul: Altai State University, 2015, pp. 184–188.
- [2] Tulokhonov A.K. *Kiotskiy protokol: problemy i resheniya* [Kyoto Protocol: Problems and Solutions]. *Analiticheskiy obzor. Ser.: Ekologiya* [Analytical Review. Ser.: Ecology], 2009, no. 89, p. 8.
- [3] *OMNNO «Sovet Grinpis»* [ONE Greenpeace Council]. Available at: <https://greenpeace.ru>. (accessed 07.04.2019).

- [4] *V tainstvennoy strane Madagaskar. God 2008* [In the mysterious country of Madagascar. Year 2008] Comp. L.A. Kartashova. Moscow: Econ-inform, 2012, pp. 132–137.
- [5] Yoder A.D., Campbell C.R., Blanco M.B. Geogenetic patterns in mouse lemurs (genus *Microcebus*) reveal the ghosts of Madagascar's forests past. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, no. 29, pp. 8049–8056.
- [6] Benitsiafantuka E.U. *Ekologicheskie problemy ostrova Madagaskar* [Ecological problems of the island of Madagascar]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2019, no. 2, pp. 69–72.
- [7] Kordyukov A.V. *Vodookhrannaya rol' lesov basseynov malyykh gornykh rek Sakhalina* [The water-protective role of forests in the basins of small mountain rivers of Sakhalin] *Vestnik DVO RAN* [Vestnik FEB RAS], 2014, no. 3, pp. 62–68.
- [8] Formozov A.N. *Izmenenie fauny chelovekom* [Changes in fauna by humans]. *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal* [Russian Ornithological Journal], 2009, v. 18, express issue no. 532, pp. 2163–2184.
- [9] Rogozin M. Yu., Kartamyshva E. S. *Vyrubka lesov — ekologicheskaya katastrofa* [Deforestation — an ecological disaster]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2017, no. 51, pp. 20–32.
- [10] Leont'ev D.F. *Vliyaniye lesopromyshlennogo osvoeniya na sostoyaniye chislennosti sobolya i belki Predbaykal'ya* [The influence of forestry development on the state of abundance of sable and squirrel in the Prebaikal region]. *Dis. ... Cand. Sci. (Agric.)*. Moscow, 1990, 20 p.
- [11] Leont'ev D.F. *Lesopromyshlennoe i okhotpromyslovoe ispol'zovanie Baykal'skoy prirodnoy territorii: aspekt svyazi lesozagotovok s okhotnich'im promyslom* [Forestry and hunting use of the Baikal natural territory: an aspect of the relationship between logging and hunting] *Zhivye i biokosnyye sistemy* [Living and biocos systems], 2013, no. 4, pp. 33–42.
- [12] Leont'ev D.F. *Landshafino-vidovoy podkhod k otsenke razmeshcheniya promyslovykh zhivotnykh yuga Vostochnoy Sibiri* [Landscape-species approach to assessing the distribution of game animals in the south of Eastern Siberia]. *Dis. ... Dr. Sci. (Biol.)*. Krasnoyarsk, 2009, 377 p.
- [13] Tokarev D.V., Kashutov M.D. *Ekologicheskaya bezopasnost' Rossiyskoy Federatsii* [Ecological safety of the Russian Federation]. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern studies], 2019, no. 1.11 (28), pp. 161–163.
- [14] Revutskaya O.L. *Kolichestvennyy chislennosti okhotnich'ikh zhivotnykh* [The quantitative number of game animals]. *Regional'nye problemy* [Regional Problems], 2014, no. 2. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23339849> (accessed 02.09.2019).
- [15] *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby)* [Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)] Ed. Yu.P. Trutnev, comp. R.V. Kamelina. Moscow: Partnership of scientific publications of KMK, 2008, 855 p.
- [16] *Krasnaya Kniga Rossiyskoy Federatsii (Zhivotnye)* [Red Book of the Russian Federation (Animals)]. Available at: <http://redbookrf.ru/zhivotnye> (accessed 04.07.2019).
- [17] Mikheev A.V. *Pozvonochnye zhivotnye Privolzhsko-Dubninskogo gosudarstvennogo zapovednika* [Vertebrate animals of the Volga-Dubna State Nature Reserve]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika* [Ecosystems: ecology and dynamics], 2018, v. 2, no. 3, pp. 79–168.
- [18] Kulikova O.V. *Ustoychivoye upravleniye lesami kak instrument realizatsii gosudarstvennoy politiki v oblasti ekologii* [Sustainable forest management as a tool for implementing state policy in the field of ecology]. *Vestnik Saratovskoy gosudarstvennoy yuridicheskoy akademii* [Bulletin of the Saratov State Law Academy], 2013, no. 3 (92), pp. 201–206.
- [19] Khlebosolov E.I. *Rol' povedeniya v ekologii i evolyutsii zhivotnykh* [The role of behavior in the ecology and evolution of animals]. *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal* [Russian Ornithological Journal], 2005, v. 14, no. 277, pp. 49–55.
- [20] Belaenko A.P. *Ekonomika, ekologiya, les: sovremennye realii* [Economy, ecology, forest: modern realities]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2007, no. 6, pp. 10–13.
- [21] Martynov A.N. *Osnovy lesnogo khozyaystva. Ekologiya lesa* [[Fundamentals of forestry. Ecology of the forest]. St. Petersburg: SPbGLTA, 2003, 63 p.

Authors' information

Osipik Valeria Sergeevna — Student of the St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, leraosipik@mail.ru

Govorov Anton Igorevich — Assistant of the St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, antongovorov@gmail.com

Shchanikova Karolina Evgenievna — Student of the St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, karolina-99@mail.ru

Received 12.11.2019.

Accepted for publication 18.02.2020.