

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.341-354>
УДК 639.1:574.34



Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (обзор)

© 2020. А. Ю. Просеков ✉

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация

Для решения комплекса острых проблем и перехода к устойчивому развитию охотничьего хозяйства России необходимо повышение точности и объективности данных о численности охотничьих животных. Существующие методы учета численности основаны на прямом пересчете или анализе тех или иных косвенных свидетельств их жизнедеятельности и, в основном, разработаны еще в советский период развития охотоведческой науки, т. е. являются неактуальными. В работе проведен описательный анализ существующих (традиционных) методов учета охотничьих животных (авиа-, наземный учет). Результаты исследования выявили основные преимущества и ограничения традиционных методов. Ограничения чаще всего связаны как с «человеческим фактором», так и с устаревшей теоретически и методически базой данных. Для устранения существующих недостатков необходимы принципиальные инновации в учете охотничьих животных. В современных условиях – это цифровые технологии. В обзоре рассмотрены цифровые модификации основных методов учета. К ним относится применение GPS-систем, использование фотоловушек и оснащение летательных аппаратов камерами. Одним из самых востребованных цифровых методов для учета охотничьих животных стал метод улучшения стандартного авиаучета. Так, на смену дорогой традиционной авиации пришли беспилотные летательные аппараты (дроны самолетного типа, квадрокоптеры), имеющие более низкую стоимость полета и устраняющие недостатки стандартного авиаучета (ограничение человеческого глаза, непригодные для учета погодные условия, биологические особенности животных и т. д.). Такие новые усовершенствованные методы позволяют проводить исследования охотничьих угодий, получая достоверную информацию о состоянии ресурсов леса.

Ключевые слова: ограничения учета, цифровые методы, беспилотное воздушное судно, GPS-навигатор, плотность животных, мониторинг

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 075-15-2020-540).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Просеков А. Ю. Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока.* 2020;21(4):341-354. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.341-354>

Поступила: 01.03.2020 Принята к публикации: 23.06.2020 Опубликовано онлайн: 24.08.2020

Characteristics and key limitations of traditional methods for accounting hunting animals and digital technologies for solving the existing problems (review)

© 2020. Alexander Yu. Prosekov ✉

Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

In order to solve the set of acute problems and for transition to sustainable development of hunting economy of Russia it is necessary to increase the accuracy and objectivity of data on number of hunting animals. Existing methods of accounting are based on direct recounting or analysis of certain indirect evidence of their vital activity, and are mainly developed during the Soviet period of development of hunting science, i.e. are irrelevant. In this research, a descriptive analysis of existing (traditional) methods of accounting for hunting animals (aviation, ground accounting) was carried out. The results of the study have revealed the main advantages and limitations of traditional methods. Restrictions are most often associated with both "human factor" and theoretically and methodologically outdated databases. In order to eliminate existing shortcomings, fundamental innovations in the accounting of hunting animals are necessary. In current conditions, these are primarily digital technologies. The review deals with digital modifications to the main accounting methods, including the use of GPS systems, the use of camera traps and the equipping of aircraft with cameras. The method of improving standard air accounting has become one of the most demanded digital methods of accounting for hunting animals. Thus, the expensive traditional aviation has been replaced by unmanned aerial vehicles (aircraft-type drones, quadrocopters), which have lower flight costs and lack shortcomings of standard aircraft accounting (restriction of human eye viewing, unsuitable weather conditions, biologi-

cal features of animals, etc.). These new improved methods allow to study hunting grounds and obtain reliable information on the state of forest resources.

Keywords: accounting limitations, digital methods, unmanned aircraft, GPS navigator, animal density, monitoring

Acknowledgement: the research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 075-15-2020-540).

The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the author stated that there was no conflict of interest.

For citation: Prosekov A. Yu. Characteristics and key limitations of traditional methods for accounting hunting animals and digital technologies for solving the existing problems (review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(4): 341-354. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.4.341-354>

Received: 01.03.2020

Accepted for publication: 23.06.2020

Published online: 24.08.2020

Современные подходы к охотничьему хозяйству базируются на принципах устойчивого развития, требующих рационального сочетания сохранения биоразнообразия и экономической эффективности, соблюдения баланса социально-экономических и природоохранных интересов [1, 2]. Данные принципы предполагают рациональное использование охотничьих животных в соответствии с обоснованными нормами добычи (неистощительный тип охотпользования): регулирование популяций; проведение необходимых биотехнических мероприятий как для сохранения охотничьих ресурсов, так и для повышения социально-экономической эффективности охотничьего хозяйства [3]. Иными словами, устойчивое развитие охотничьего хозяйства базируется на данных учета и мониторинга численности охотничьих животных как его основного ресурса.

В свою очередь, учет и мониторинг численности охотничьих животных позволяют оценить «теневую» незаконную добычу путем сопоставления данных о динамике по годам с учетом плодовитости, смертности и миграции зверя. По данным В. Г. Сафонова и В. М. Глушкова [4], опросивших охотников-участников Интернет-форумов, незаконная добыча (браконьерство) некоторых категорий животных превышает официальные данные в 4-10 раз. Также В. А. Кузякин считает, что совершенствование системы мониторинга является не только одним из методов усиления контроля и искоренения браконьерства, но и методом совершенствования управления ресурсами охотничьих животных [3].

Цель обзора – проведение анализа существующих (традиционных) методов учета охотничьих животных для выявления современного состояния методов мониторинга.

Материал и методы. В рамках данной работы был проведен описательный обзор, который охватил все основные методы учета охотничьих животных. Материалом для обзора послужили отечественные и зарубежные научные и обзорные статьи, тезисы докладов конференции, учебные материалы, патенты, полученные с помощью различных баз данных: Web of Science, Elsevier (Science Direct), Scopus, Российской научной электронной библиотеки (e-Library), Научной электронной библиотеки (CyberLeninka), патентной базы ФИПС (<https://www1.fips.ru/>). Поиск информации осуществлялся по следующим ключевым словам: методы учета охотничьих животных, мониторинг популяции, зимний маршрутный учет, авиаучет, цифровые технологии, беспилотные воздушные судна, анкетно-опросный метод, учет прогоном, окладный учет, ленточный учет, GPS-навигаторы. В найденных публикациях был изучен перечень библиографии всех исследований на предмет других потенциальных источников.

Основная часть. 1. Характеристика основных методов учета охотничьих животных. В рамках ведения охотничьего хозяйства было разработано и обосновано значительное количество методов учета охотничьих животных. Существующие методы различаются по следующим признакам: охвату территории; объектам учета; способам подсчета; используемым техническим средствам; характеру математических параметров (относительные и абсолютные) и т. д.¹ Одну из первых классификационных схем систематизации методов учета охотничьих животных разработал В. А. Кузякин². Наряду с предложенной схемой в отечественной литературе фигурируют виды учета, упорядоченные по биологическим, математическим, организационным и географическим особенностям.

¹Харченко Н. А., Лихацкий Ю. П., Харченко Н. Н. Биология зверей и птиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2003. С. 291-292.

²Кузякин В. А. Охотничья таксация. М.: Лесная промышленность; 1979. 198 с.

На основании биологических особенностей методы учета классифицируются³:

- в зависимости от числа видов животных, подвергаемых учету – подвидовой учет, комплексный учет;

- в соответствии с признаками, по которым выявляется численность животных – непосредственное визуальное обнаружение животных (прямой учет), выявление следов жизнедеятельности животных (чаще всего следы, убежища, гнездовья, реже – следы дефекаций, останки жертв хищников);

- по характеру движения при учете – маршрутные, ленточные, когда учетчик движется вдоль определенных линий, и площадные, когда должна быть обследована вся территория в определенных границах.

На основании математических особенностей методы учета разделяются⁴:

- в зависимости от необходимости прибегать к экстраполяции – сплошной учет всей численности на обследуемой территории (по экономическим соображениям доступен только для сравнительно небольших площадей) и выборочный учет, который проводится на лентах или пробных площадках, его результаты экстраполируются на всю территорию;

- по получаемым результатам – относительный учет (рассчитываются индексы, показывающие изменение численности), абсолютный учет (рассчитывается численность охотничьих животных на территории в особях, как правило, с применением экстраполяции).

На основании организационных особенностей методы учета разделяются⁵:

- в соответствии с применяемой техникой – авиаучет (используется как классическая, так и беспилотная авиация) [5], наземный учет (пеший, с автомобиля, снегохода и др.);

- по характеру используемой информации – непосредственный полевой учет и сбор,

обработка документальной информации, к которой относятся данные анкетного опроса охотников, экспертные оценки (такой учет можно назвать кабинетным);

- по уровню субъекта организации учета – один охотпользователь, органы власти субъекта Российской Федерации и т. д.;

- по профессионализму и численности учетчиков (существует обратная пропорциональная зависимость между этими параметрами) – массовые учеты с вовлечением значительного числа охотников-любителей, специальные учеты небольшими группами специалистов высокой квалификации;

- по периодичности – разовые, регулярные (1 раз в 3-5 лет, 1 раз в год и т. д.).

На основании географических особенностей методы учета разделяются⁶:

- по охватываемой территории – малые и большие территории, в частности: учет в одном охотничьем хозяйстве, заказнике, регионе (субъекте Российской Федерации), стране и т. д.;

- в зависимости от арены экстраполяции – учет по замкнутым участкам с очерченными границами (региональная экстраполяция), по природным контурам или ландшафтам, в границах которых наблюдаются благоприятные для жизни животных условия (типологическая экстраполяция).

Методы учета подразделяются также на методы относительного, абсолютного учета и комбинированные^{7, 8, 9, 10} [6]. Ниже представлены методы, которым ученые в своих работах уделяют наибольшее внимание.

Относительные методы учета. 1. Зимний маршрутный учет (ЗМУ) – широко применяемый и детально разработанный метод, сущность которого состоит в определении зависимости между численностью особей на выбранной территории (линии маршрута) и количеством следов (оставленных в течение одних суток), и длиной суточного хода особей¹¹.

³Там же. С. 67-69.

⁴Там же. С. 69-73.

⁵Кузякин В. А. Учет численности охотничьих животных. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. С. 64-71.

⁶Кузякин В. А. Охотничья таксация. М., 1979. С. 73-86.

⁷Кузякин В. А. Учет численности охотничьих животных. М., 2017. С. 22.

⁸Абрамова Н. И., Мариничев Е. А. Учет охотничьих животных и птиц: учеб. пособие. Н.Новгород: НГСХА, 2019. С. 13-14.

⁹Машкин В. И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2013. 327 с.

¹⁰Мартынов Е. Н., Масайтис В. В., Гороховников А. В. Охотничье дело. Охотоведение и охотничье хозяйство: учебное пособие. СПб.: Лань, 2014. 237 с.

¹¹Методические рекомендации по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в России (с алгоритмом расчета численности). [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902217266> (дата обращения: 1.03.2020).

Метод опирается на формулу А. Н. Формозова, которая с поправками (переводным коэффициентом) В. И. Малышева и С. Д. Перелешина [7] позволяет рассчитать плотность населения вида и получить показатель численности.

На сегодняшний день ЗМУ является основным для учета большинства млекопитающих: для крупных копытных животных [8], хищников и птиц (метод по встречам на маршрутах¹²). По данным такого маршрутного учёта определяют лимиты добычи, нормы изъятия и квоты. К его преимуществам относят: точность, простоту исполнения, относительно невысокую стоимость используемых технических средств (применяемых в учете, в пересчете на весь период их службы [6]) и универсальность исполнения как на больших, так и на малых территориях [9].

К недостаткам ЗМУ относят: трудоемкость (которая возрастает, при уменьшении исследуемых территорий); необходимость экстраполяции данных, из-за чего снижается точность. Многие ученые ставят под сомнения универсальность ЗМУ, так как метод мало подходит для учета животных, ведущих малоактивный и скрытный образ жизни (например, для бурого медведя [10]). К тому же применение ЗМУ ограничивается рядом климатических особенностей: он дает заниженные результаты из-за неустойчивого снежного покрова или из-за покрова толщиной более 40 см (такой снег снижает двигательную активность зверей и протяженность суточного хода)¹³. Учет имеет ряд противоречий, описанных в работе А. И. Козореза и А. В. Гуриновича [11]. Противоречия связаны с недостаточной теоретической обоснованностью метода, с невозможностью «технического обеспечения получения необходимого объема учетных работ» [11, с. 154]. Так, в малых хозяйствах сложно обеспечить оптимальное количество маршрутов, способное снизить статистическую ошибку до приемлемого уровня из-за неравномерного распределения особей. Еще один недостаток связан с непостоянной величиной суточного хода животных в период учета в пределах одного хозяйства: необходимо в каждый день учета измерять длину суточного хода, что в большинстве

случаев не выполняется, так как технически это не осуществимо. В итоге, полученный индекс плотности является относительным показателем, не подходящим для пересчета абсолютной численности охотничьих животных.

2. Учет на местах концентрации. Данный визуальный метод осуществляется путем подсчета животных с одной точки наблюдения. Метод имеет низкую трудоемкость, но в своем классическом виде широкое распространение не получил. С помощью модификации цифровыми технологиями, метод становится перспективным [8], так как такое усовершенствование минимизирует влияние исследователя на природу, позволяет получать данные в любое время года и т. д. Используется метод для учета копытных животных (лосей, косуль, оленей) на водопоях, солонцах, подкормочных площадках, водоплавающей дичи на перелетах, для птиц вальдшнепа на тяге^{14, 15}.

3. Особо значимым методом для охотничьего хозяйства является анкетно-опросный¹⁶, основанный на оценке специалистов (егерей, лесников, охотоведов), непосредственно работающих в тех или иных районах [12]. Метод простой, не требует больших финансовых и организационных затрат. Его можно считать универсальным, так как он позволяет оценить не только численность, но и территорию распределения, интенсивность размножения и болезни животных. Подходит и для малых, и для больших территорий.

Метод позволяет получить относительные данные, основанные на субъективных оценках, что является его недостатком. Результаты зависят от количества и уровня компетентности опрошенных, качества анкет, добросовестности опрашиваемых. В зависимости от этих факторов при опросе могут собираться данные об относительном изменении численности зверя по принципу «больше – столько же – меньше», а также о поведении, распределении и распространении животных. При наличии высококвалифицированных экспертов могут задаваться вопросы о численности крупных или редких животных, полевой учет которых очень трудоемок [2] или дает искаженные результаты.

¹²Машкин В. И. Методы изучения охотничьих и охраняемых животных в полевых условиях: учеб. пособие. СПб., 2013. С. 328-382.

¹³Там же. С. 331.

¹⁴Там же. С. 371-393.

¹⁵Методы относительного учета охотничьих животных [Электронный ресурс].

Режим доступа: <https://www.activestudy.info/metody-otnositelnogo-ucheta-oxotnichix-zhivotnyx/> (дата обращения 20.02.2020).

¹⁶Научно обоснованное предложение для государственной системы мониторинга ресурсов основных видов охотничьих животных в Российской Федерации / Колесников В. В. [и др.] ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, 2017. 12 с.

Постоянное совершенствование анкетного метода позволяет повысить достоверность получаемых материалов¹⁷. Метод используется для изучения численности крупных копытных, редких животных и хищников [12].

Все методы относительного учета не позволяют установить площадь угодий, на которых проводилось исследование. На практике эти методы часто комбинируют с абсолютными для сравнения и получения достоверных данных.

Абсолютные методы учета. 1. Учет на пробных площадках (прогон, оклад, по норам, по дефекациям, учет на токах, птиц по головам, копытных по реву). В литературе наиболее исследованными методами являются окладный и прогонный учеты. Данные методы применимы для всех охотничьих животных, и их можно использовать в любое время года¹⁸.

Окладный учет основан на расчете численности зверей в пределах участка леса (квартала) по разнице входных и выходных следов [13]. В окладном учете существуют две основные проблемы. Первая из них – обоснованный выбор пробных площадок, в границах которых ведется учет, их репрезентативность. Это же затруднение возникает и при ЗМУ, и при выборе пробных площадок для прогона, а смягчается только путем биологически обоснованного выбора «типичных» площадок квалифицированными охотоведами. Вторая проблема вытекает из содержательных особенностей метода, при котором возможно по-разному оценить равное количество входных и выходных следов на площадке, не учесть тех животных, которые не выходили за площадку оклада. Сам принцип окладного учета закладывает возможность неверной интерпретации даже объективных данных. Снизить вероятность ошибок здесь возможно при наличии квалифицированных добросовестных специалистов и расширении площади учета, тропления «проблемных» следов.

Учет прогоном является одним из самых ранних методов учета животных [14]. Суть

метода заключается в том, что животных прогоняют с заранее определенных площадок и пересчитывают поголовно (по следам или визуально), то есть численность животных определяется напрямую, а не по косвенным данным.

Преимуществом метода является простота, понятность и точность. Метод рекомендуется использовать в качестве арбитражного и для определения и корректировки пересчетных коэффициентов ЗМУ¹⁹. К недостаткам метода можно отнести сложную организацию, ограниченность по территориям учета. Кроме того, метод требует больших трудозатрат, зависимость от квалификации и мотивации участников, в связи с этим метод используется на относительно малых территориях. В свою очередь, корректность экстраполяции зависит от того, насколько верно выбраны пробные площадки.

Также популярен учет по дефекациям или фекальным кучкам. Метод основан на подсчете кучек экскрементов на учетной ленте. Разделив полученное число на число дефекаций, выделяемых одной особью в течение сезона, получают общее количество животных, зимовавших на данной территории¹⁹. Данный учет позволяет определить численность животных, их пол и возраст, составить картину размещения особей на исследуемой территории. В основном метод применяется для подсчета диких копытных животных, лис, зайцев, боровой дичи [15], но чаще его используют для уточнения данных других методов учета.

2. Среди методов учета численности охотничьих животных приоритетным является учет с применением авиации [16]. Авиачет – метод, основанный на аэровизуальном подсчете зверей по непосредственным наблюдениям или фотоснимкам²⁰. Особенности авиачета обусловлены тем, что наблюдение с высоты снимает проблему труднодоступных маршрутов. Метод обеспечивает учет самих животных, а не следов их пребывания. Учет проводится быстро со сбором значительного объема материала на больших территориях и при привлечении коллектива малого числа специалистов.

¹⁷ Там же. С. 371-393.

¹⁸ Методы относительного учета охотничьих животных [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.activestudy.info/metody-otnositelnogo-ucheta-oxotnichix-zhivotnyx/> (дата обращения 20.02.2020).

¹⁹ Научно обоснованное предложение для государственной системы мониторинга ресурсов основных видов охотничьих животных в Российской Федерации / Колесников В. В. [и др.] ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, 2017. 12 с.

¹⁹ Белов Л. А. Учет численности копытных животных и повреждаемости древесных растений. Метод. указания. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. 9 с.

²⁰ Кузякин В. А. Учет численности охотничьих животных. М., 2017. 165 с.

Однако метод имеет и свои ограничения. Например, размер учитываемых животных (как правило, можно различить только крупных – лось, северный олень, волк). Это связано с возможностями человеческого глаза. На результаты влияют также характер обследуемых угодий, погодные условия, биологические особенности животных. Отдельной проблемой является стоимость авиаучета.

Авиаучет позволяет достаточно точно рассчитать численность крупных копытных животных [17] и хищников, а также тетеревиных птиц [18].

На сегодняшний день авиаучет осуществляется либо с использованием пилотируемых аппаратов, либо с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА, БЛА), которые с февраля 2020 года принято называть беспилотными воздушными суднами (БВС)²¹ [4].

Несмотря на все преимущества вышеперечисленных методов, получить достоверные данные только с их помощью невозможно, так как требуется сравнение с другими методами учета. Для получения достоверных данных о популяции и численности охотничьих животных необходимо использование комплексных или комбинированных методов, которые дают более точную информацию.

Комбинированные методы учета. Включают один абсолютный метод учета и один относительный. Такое совмещение методов позволяет уменьшить трудоемкость работ по учету, сохраняя высокую точность. Так, совмещение ЗМУ (как относительного метода) и окладного метода (как абсолютного метода учета) позволяет получить достоверный пересчетный коэффициент, с помощью которого можно получить более точную информацию о плотности населения исследуемых животных в сравнении с данными о плотности, полученными методами по-отдельности²².

При выборе метода или методов учета (в случае комбинации) ориентируются на необходимость получения точных данных, финансовые возможности и характер исследуемой территории, значимые недостатки метода, исходя из цели и задач исследования. Развитие охотоведения и технического уровня наук способствует упрощению выбора оптимального метода. Существует *несколько*

способов устранения основных недостатков традиционных методов учета.

Для того чтобы устранить недостатки основных методов учета животных, ученые активно разрабатывают и исследуют модельные ситуации. И. А. Кондратенков установил геометрический смысл коэффициента (1,57), применяемого в формуле А. Н. Формозова, модифицированную В. И. Малышевым и С. Д. Перелешиним, определил эффективную ширину учетной полосы ЗМУ. Вычисления и минимальные требования, указанные в его статье, позволяют свести систематические ошибки ЗМУ к минимуму [7]. В. М. Козлов и С. В. Халтурин в своей работе предлагают теоретический метод учета тетеревиных на трансектах (совершенствуют один из видов учета на пробных площадях). Они изучали особенности экстраполяции, выявляли ошибки и искажения данных учета численности тетеревидных птиц на трансектах, определяли необходимую длину маршрутов с помощью компьютерного моделирования. С помощью компьютерной модели им удалось определить необходимую точность выбранного метода, которая достигалась при длине маршрутов в 3-5 км на 1000 га площади и зависела от плотности населения птиц. Точность данных требовала многократного прохождения маршрутов (10 раз). Маршруты же закладывались по всей площади угодий, результаты необходимо было экстраполировать на всю площадь. Недостатком предложенного алгоритма учета является наличие больших трудозатрат [19].

2. *Цифровые технологии для решения проблем традиционных методов учета.* Количество работ по совершенствованию учетных методов велико, но особое влияние оказывают модификации с использованием цифровых технологий, способных снять или устранить многие недостатки традиционных методов учета охотничьих животных [20, 21]. Потенциал цифровых технологий практически в любой отрасли связан с возможностью создания цифровых копий реальных объектов, анализа больших объемов данных, принятия наиболее обоснованных решений и выполнения конкретных действий автоматически, без участия человека. Причем себестоимость такой деятельности, как правило, оказывается значительно ниже, чем у традиционной аналоговой.

²¹ Опубликованы изменения в правилах полетов беспилотников [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/487008/> (дата обращения: 10.02.2020).

²² Абрамова Н. И., Мариничев Е. А. Учет охотничьих животных и птиц. Н. Новгород, 2019. 18 с.

Первое использование цифровых технологий в отечественных работах по учету охотничьих животных – модификация ЗМУ за счет применения GPS-навигации в 2010 г [22]. Суть метода заключается в том, что в памяти навигатора маршрут фиксируется как трек, на котором помечаются все следы жизнедеятельности животных. Полученная информация загружается в специальную программу, где обрабатывается и распечатывается в виде схемы. Использование GPS-навигатора позволяет упростить установление длины суточного наследа, тем самым устраняя одно из «непреодолимых противоречий», выделенных А. И. Козорезом и А. В. Гуриновичем в своей работе [11]. Также такой учет позволяет отслеживать добросовестность осуществления полевых работ учетчиками. Однако использование данной цифровой технологии увеличивает стоимость учета [6].

Иностранные учёные часто используют GPS-устройства, а именно GPS-ошейники. Но их применение чаще осуществляется не для учета животных, а для анализа предпочтительных мест обитания [23]. В отечественных работах GPS-ошейники используют для изучения и охраны бурого медведя [24], амурского тигра [25], для мониторинга животных, занесенных в Красную книгу России [26] (например, лесного северного оленя в Карелии [27]).

Отечественные ученые также преуспели в разработке программных обеспечений (ПО) для персональных компьютеров, ноутбуков, систем Android. Эти программы обрабатывают данные ЗМУ: автоматически анализируют загруженную информацию, рассчитывают плотность и численность животных и прогнозируют скорость ее роста, рассчитывают квоты на сезон, оформляют результаты в виде отчетов и картографических карт [28]. Разработанные программы также позволяют регистрировать координаты обнаруженных животных и их следов во время ЗМУ [29, 30].

Использование фотоловушек дает возможность повысить эффективность и востребованность метода учета животных на местах концентрации [31]. Использование такой модификации позволяет исследовать редких и крупных животных. Так И. А. Домашов и его коллеги осуществляют мониторинг численности снежного барса [32]. А в работе М. А. Харитоновой и его коллег [33] информация о крупных млекопитающих (лосях, кабанах, бурых медведях и енотовидных собаках), полученная с помощью данного дистанционного метода, используется для сравнения с

методом ЗМУ для получения достоверных данных. Применение фотоловушек позволяет повысить безопасность исследователей, так как контакт с животными минимален. Недостатком является то, что существует ряд факторов, занижающих точность метода. Например, недоучет особи из-за ее непосещения места концентрации, из-за большой дистанции между местом и камерой, из-за плохой освещенности. Данные недостатки можно устранить путем использования более совершенных систем наблюдения, но тогда стоимость метода возрастает, как и риск того, что данное средство могут испортить или украсть [6]. К тому же, полученные данные зависят от марок фотоловушек (которые из-за различных углов обзора и дальности срабатывания представляют неидентичные фотоснимки), от места их установки и сезона регистрации [33].

Многие исследователи считают, что авиационный мониторинг численности животных является самым эффективным методом учета [34]. И в научной литературе представлено огромное количество работ, посвящённых проведению БВС для учета животных.

А. А. Медведев со своими коллегами [35] с помощью БВС (в виде квадрокоптера и гексакоптера) получали следующие данные: о численности млекопитающих по биогенным формам рельефа; об обнаружении животных по прямым и косвенным признакам; о распознавании типов гнезд и их обитателей; об учете крупных водоплавающих во время миграции. Ученые в ходе своих исследований пришли к выводу о том, что такие авиаучеты целесообразно проводить на открытой местности и с большой высоты (от 400 м) в орнитологических целях, для наблюдений за малоподвижными и неподвижными представителями животного мира, для изучения колониальных насекомых (для изучения строения термитников и муравейников).

В работе Н. А. Моргунова и его коллег [36] описан принцип применения БВС для учета копытных животных. Во время полета камеры, установленные на БВС, осуществляют съемку поверхности земли, спутниковый навигатор фиксирует трек всего маршрута. Затем на полученных снимках определяют силуэты животных и подсчитывают их количество. Зная площадь исследуемой территории (для чего используется навигатор) и количество животных на ней, определяют плотность населения вида. К преимуществам БВС ученые относят то, что аппараты передвигаются с более низкой скоростью, они более манев-

ренны и имеют минимальное шумовое воздействие на окружающую среду, что важно для учета. К тому же БВС не нужны аэродромы и традиционная сложная инфраструктура, поэтому они могут использоваться практически в любых труднодоступных районах. БВС позволяет получать точные результаты (фотографии животных). Однако на сегодняшний день нет единых программных обеспечений, способных анализировать снимки в автоматическом режиме, следовательно, трудоемкость обработки снимков «в ручном» режиме очень высока и существует необходимость разработки программ для анализа результатов БПЛА.

В своей работе О. А. Греков [37] помимо обычной фотокамеры на дирижабле установил и тепловизионную камеру, так как использование только фотокамеры не позволяет уверенно различать неодушевленные предметы от животных. К тому же обычной фотосъемке мешает и густая растительность, и освещение (тени зверей не всегда помогают установить вид животного, но и искажают визуальный образ).

Тепловизионная съемка с БПЛА в зимних условиях, как показали опыты в зоологическом заказнике «Калтайский» (Томская область), позволяет преодолеть большинство ограничений авиаучета: значительно шире полоса захвата; выявляются животные, находящиеся под плотным растительным покровом, т. к. температура их тела существенно отличается от температуры снега и деревьев [38]. Иными словами такая синхронизация повышает надежность и точность результатов авиаучета.

Также О. А. Греков [37] выделил три основных этапа проведения мониторинга охотничьих животных:

- первый – подготовка к выполнению съемки (устанавливались цели, задачи, изучался район исследования, осуществлялось планирование безопасного проведения анализа, расчеты режимов полета и рациональных параметров съемки, подавались запросы на разрешение съемки);

- второй – проведение аэросъемки;

- третий – дешифрование результатов съемки и оформление отчета.

Во всех вышепредставленных работах использовались БВС вертолетного типа, подходящие для исследования небольших территорий (порядка 1 тыс. га) [39], но для мониторинга территорий порядка 100 тыс. га рационально использовать БВС самолетного типа, данные работы проводил О. А. Греков [37] и Н. А. Моргунов [20].

Преимущества БВС перед традиционными методами учета животных были обобщены во многих работах исследователей, так данные с БПЛА в среднем на 43-96 % точнее результатов традиционных наземных методов учета, в связи с чем значительно повышается точность учета и сокращаются трудозатраты [40]. БВС способны охватывать большие территории за относительно короткое время и давать достоверные результаты о численности диких животных, что позволяет в быстром режиме реагировать на угрозы со стороны среды обитания и «нелегальной охоты» и устранять их [41]. Использование БВС повышает безопасность исследователей, так как личного контакта с животными не происходит, к тому же уменьшается уровень вмешательства человека в дикую природу [42].

Несмотря на все преимущества, БВС имеет ряд существенных проблем. Не всегда на фотографиях можно определить вид животного. Недостаток можно устранить, используя более современные фотокамеры, но тогда цена метода, соответственно, возрастёт. Увеличивается и трудоемкость из-за визуальной обработки огромного массива фотоснимков, то есть «человеческий фактор» (невнимательность, усталость и т. д.) полностью устранить невозможно. Минимизировать данный недостаток можно, привлекая к обработке информации нескольких специалистов или разрабатывая ПО, способные автоматически обрабатывать полученную информацию. Так, S. N. Longmore и коллеги [43] совместили ПО, применяемое в астрономии, использующее инфракрасные (ИК) изображения, с существующим алгоритмами машинного обучения для дешифрования тепловых снимков животных в автоматическом режиме. Такое совмещение эффективно обнаруживало животных на ИК-изображениях. В дальнейшем ученые планируют адаптировать данную систему для работ в полевых условиях, сделать ее более простой и понятной для потребителя.

Отечественные ученые также разрабатывают ПО для автоматической обработки информации, полученной при аэрофотосъемке. Программы обнаруживают животных на снимках, подсчитают их количество как на отдельном снимке, так и по всей серии снимков [44]. Другие программы позволяют одновременно обрабатывать тепловизионные снимки и видеоматериалы [45].

По результатам обзора видно, что ученые в основном акцентируют свое внимание на доработку «теоретической обоснованности» и разработку новых методических рекомендаций к ЗМУ и прочим методам, на использование достижений современной техники для упрощения проведения методов учета и получения точных результатов по учету животных.

Заключение. В рамках данной работы были исследованы основные традиционные методы учета охотничьих животных (абсолютные и относительные методы), были выделены их существенные преимущества и недостатки.

На основании проанализированной литературы, комбинированный метод учета, включающий в себя проведение одного абсолютного и одного относительного методов, является оптимальным, так как позволяет компенсировать или снизить недостатки друг друга, а также сравнивать, дополнять данные двух методов, то есть получать наиболее достоверные результаты.

Также осуществлялся анализ основных путей по улучшению стандартных учетных методов, которые в основном заключались: в разработке, усовершенствовании существующих теоретических и методических баз методов учета; в использовании цифровых технологий для модификации, упрощения проведения учета численности и плотности животных; в создании программных обеспечений, способных в автоматическом режиме анализи-

ровать большое количество информации для получения достоверных результатов, на основании которых рассчитывать численность и плотность населения охотничьих животных.

Было выявлено, что перспективными методами по модификации являются применение фото- и тепловизионных камер на БВС как самолетного, так и вертолетного типа (для совершенствования авиаучета) и системы GPS-навигации (для улучшения маршрутных и прочих методов учета).

Важной проблемой современного состояния научной основы отечественного охотведения и мониторинга охотничьих животных, как одной из его составляющих, является то, что на сегодняшний день мало актуальных работ, научно обоснованных и не опирающихся на устаревшую литературу. Многие исследования не рассматривают опыт зарубежных коллег, тем самым лишаясь современных достижений и опыта. В результате чего опубликованные работы имеют низкий уровень цитируемости, а, следовательно, интереса в научных кругах.

Совершенствование методов учета численности и плотности охотничьих животных является одной из важных составляющих грамотного охотведения. Исследования в данной области являются перспективными. Проведение обширных обзоров научной литературы по данной тематике способствует развитию рационального биологического природопользования.

Список литературы

1. Юшкевич Н. Т. Модель устойчивого развития охотничьего хозяйства в Беларуси. Труды Белорусского государственного технологического университета. 2018;(1(208)):61-65. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35093806>
2. Каледин А. П., Юлдашбаев Ю. А., Николаев А. А., Остапчук А. М. Вопросы сохранения охотничьих ресурсов и их стоимостной оценки в Российской Федерации и Московской области. Международный технико-экономический журнал. 2016. (4): 24-30. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27187064>
3. Глушков В. М. Незаконная добыча лося в России: взгляд изнутри. Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства: сб. матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск: ООО «Издательство Оттиск». 2014. С. 49-61. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22726340>
4. Сафонов В. Г., Глушков В. М. О необходимости совершенствования управления ресурсами дичи. Аграрная наука Северо-Востока. 2016;(1 (50)):51-56. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25476141>
5. Еськов Е. К., Греков О. А. Организация авиаучета охотничьих животных с использованием пилотируемых и беспилотных авиационных комплексов. Вестник охотведения. 2018;15(4):238-241. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551242>
6. Бородулин В. А. Подходы к выбору способа количественной оценки населения лося на северо-западе лесной зоны. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2013;(205):25-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21526421>
7. Кондратенков И. А. Некоторые аспекты теории зимнего маршрутного учета охотничьих животных. Поволжский экологический журнал. 2018; (1):26-48.
8. Червоный В. В. Сравнительный анализ разных методов учета копытных и оценка их результатов. Научные ведомости БелГУ. 2014; (17 (188)): 86-94.
9. Глушков В. М., Кетова Н. С. ЗМУ: оценка работы двух методов. Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства. 2020;(1 (26)):5-28. Режим доступа: <http://www.biosphere-sib.ru/scientific-practical-journals/Humanitarian-aspects-of-hunting.php>
10. Ахрименко А. К., Седалищев В. Т. Экологические особенности бурого медведя (*Ursus arctos* L., 1758) в Якутии. Экология. 2008;(3);201-205. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9976745>

11. Козорез А. И., Гуринович А. В. Непреодолимые противоречия зимнего маршрутного учета диких животных. Труды БГТУ. Серия 1: лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019;(2 (222)): 149-155. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/nepredolimye-protivorechiya-zimnego-marshrutnogo-ucheta-dikih-zhivotnyh>
12. Степанова В. В. Обоснование и опыт проведения анкетно-опросного метода учета волков в Якутии. Вестник ИРГСХА. 2017; (83):158-163. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30547406>
13. Челинцев Н. Г. Математические основы учета животных. Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2013;118(1):3-15.
14. Червонный В. В. Учет охотничьих зверей прогоном. Методы учета охотничьих животных в лесной зоне: сб. статей. 1973. С. 29-35. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28336058>
15. Пысин В. Г., Макаров В. А. Размещение учетных площадок по территории угодий для организации учета численности видового состава охотресурсов методом прогона. Вестник охотоведения. 2017;14(1):35-41. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28961453>
16. Маллер О. Н., Савченко И. А., Емельянов В. И., Путинцев А. В. Авиаучет копытных на территории Канской группы районов Красноярского края. Успехи современной науки и образования. 2017;(1):66-70. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28130000>
17. Сенчик А. В., Рябченко А. В., Бормотов М. А., Гурецкая Ю. С. Состояние популяции диких копытных животных в Приамурье на основании авиаучета 2017 года. Инновации и продовольственная безопасность. 2017; (4(18)):127-133. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32319101>
18. Симонов С. А., Панченко Д. В., Тирронен К. Ф., Белкин В. В. Опыт применения авиации для учета тетеревиных птиц в Карелии. Вестник охотоведения. 2018; (4): 242-245. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551243>
19. Козлов В. М., Халтурин С. В. Моделирование учета тетеревиных птиц. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017.(6(61)):69-73. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32375882>
20. Моргунов Н. А., Ломанова Н. В., Масленников А. В., Шеду А. В. Результаты авиаучета лося в ФГБУ ГООХ «Медведица» и в Рыбинском районе Ярославской области в 2017 г. с применением беспилотных летательных аппаратов. Вестник Тверского государственного университета. Серия: биология и экология. 2019;(3 (55)):69-78. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41248276>
21. Греков О. А. Применение современных технических средств и новых информационных технологий в системе авиационного учета численности охотничьих животных. XXIX Международный конгресс биологов-охотоведов: сб. матер. Ч. 1. М., 2009. С. 313-315.
22. Пузаченко Ю. Г., Желтухин А. С., Сандлерский Р. Б. Организация зимних маршрутных учетов с использованием GPS и дистанционной информации. Вестник охотоведения. 2010;4(1):98-117.
23. Melin M., Packalen P., Matala J., Mehtälä L., Pusenius J. Assessing and modeling moose (*Alces alces*) habitats with airborne laser scanning data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2013; (23): 389-396. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.11.004>
24. Серёдкин И. В., Борисов М. Ю., Лисицын Д. В. Изучение и охрана бурого медведя в заказнике «Восточный». Проблемы изучения и охраны животного мира на севере: матер. Междунар. конф. 2013. С. 184-186.
25. Петруненко Ю. К., Середкин И. В., Микелл Д. Г. Возможность использования GPS-ошейников для изучения экологии амурского тигра. Современные проблемы охотничьего хозяйства Казахстана и сопредельных стран: Междунар. конф. 2014. С. 198-202.
26. Авдеева Е. В. Правовое регулирование государственного мониторинга объектов животного мира, занесенных в Красную книгу РФ. Вестник Удмуртского университета. Серия: экономика и право. 2013; (1): 150-155. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovoe-regulirovanie-gosudarstvennogo-monitoringa-obektov-zhivotnogo-mira-zanesennyh-v-krasnuyu-knigu-rf>
27. Панченко Д. В., Данилов П. И., Паасиваара А., Красовский Ю. А. Лесной северный олень в заповеднике «Костомукшский». Вестник охотоведения. 2018; (4): 284-288. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551252>
28. Глушков В. М., Росляков В. В. Программа обработки данных учета охотничьих животных: свид. №2016614970 Российская Федерация. № 2016610572; заявл. 11.01.2016; опублик. 20.06.2016. Реестр программ для ЭВМ «1С». Режим доступа: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2016617535&TypeFile=html
29. Глушков В. М., Росляков В. В. Программа регистрации данных учета охотничьих животных: свид. №2015617348 Российская Федерация. № 2015614344; заявл. 15.05.2015; опублик. 20.08.2015. Реестр программ для ЭВМ «1С». Режим доступа: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015617348&TypeFile=html
30. Азбукина Е. В. Ильина Н. А., Кузьмина О. А., Томилин А. М., Томилин Е. А., Тулупова Н. С. Программный комплекс планирования, сопровождения, контроля и автоматизированной обработки данных зимнего маршрутного учета (ПК ЗМУ): свид. 2015610760 Российская Федерация. № 2014661753; заявл. 20.11.2014; опублик. 20.02.2015. Реестр программ для ЭВМ «1С». Режим доступа: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015610760&TypeFile=html

31. Подолский С. А., Кастрикин В. А., Левик Л. Ю., Гордеева Я. С. Методология использования фотоловушек для оценки обилия и сезонных изменений населения млекопитающих на примере Зейского заповедника. *Байкальский зоологический журнал*, 2019; (2 (25)): 6-12. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41300187>
32. Домашов И. А., Шарма Костубх, Жумабай уулу Кубанычбек. Фотоловушки и их использование для учета снежного барса (*Panthera uncia*) в Кыргызстане. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2015; (10): 8-9. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25303752>
33. Харитонов М. А., Андрианов А. В., Царев С. А., Емельянова А. А. Опыт применения дистанционных методов сбора информации об объектах животного мира и охотничьих ресурсах на территории Федерального государственного бюджетного учреждения «Безбородовское ГООХ». *Вестник ТвГУ. Серия: Биология и экология*. 2015; (1). 112-125. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23454305>
34. Греков О. А. Учет численности охотничьих животных с применением современных авиационных платформ, новых технических средств и информационных технологий. *Информация и космос*. 2016; (2): 83-89. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26134150>
35. Медведев А. А., Алексеенко Н. А., Карпенко И. О. Мониторинг животного мира на особо охраняемых природных территориях с помощью беспилотных летательных аппаратов. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015; (6): 304-309. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-zhivotnogo-mira-na-osobo-ohranyaemyh-prirodnih-territoriyah-s-pomoschyu-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov>
36. Моргунов Н. А., Кульпин А. А., Ломанова Н. В., Масленников А. В., Пономаренко С. Л. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов для учета диких копытных животных. *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2016;(20 (25)):46-52. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28888228>
37. Греков О. А. Организация и проведение авиаучета охотничьих животных с использованием беспилотных авиационных систем самолетного и вертолетного типов. *Информация и космос*. 2017;(4):111-118. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32261227>
38. Еськов Е. К. Обнаружение диких животных фото- и тепловизионными средствами на беспилотных летательных аппаратах. Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: Вятская ГСХА, 2015. С. 64-66.
39. Огурцов С. С. Некоторые возможности использования БПЛА на заповедной территории (на примере квадрокоптера в Центрально-лесном заповеднике). Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: мат-лы Междунар. конф. Кологрив, 2018. С. 273-278. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36626861>
40. Мячкина Н. Область применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в современном мире. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ ИМ. В.Г. Шухова. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2017. С. 4736-4739. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35108712>
41. Spaan D., Burke C., McAree O., Aureli F., Rangel-Rivera C. E., Hutschenreiter A., Longmore S. N., McWhirter P. R., Wich S.A. Thermal Infrared Imaging from Drones Offers a Major Advance for Spider Monkey Surveys. *Drones*. 2019; (3 (2)):19. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones3020034>
42. Технология «БПЛА + тепловизионная съемка» для исследования и охраны дикой природы [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.xinhuanet.com/science/2019-07/31/c_138271247.htm (дата обращения: 2.02.2020)
43. Longmore S. N., Collins R. P., Pfeifer S., Fox S. E., Mulero-Pazmany M., Bezombes F., Goodwin A., Ovelar M. J. D. Adapting astronomical source detection software to help detect animals in thermal images obtained by unmanned aerial systems. *Intern. J. Remote Sensing*. 2017;(38):8-10. URL: <https://arxiv.org/pdf/1701.01611v1.pdf>
44. Савинецкий А. Б., Шупейко Н. П. Программная система для автоматизации анализа аэрофотоснимков с целью учёта животных: свид. №2015616424 Российская Федерация; заявл. 15.05.2015; опубл. 20.08.2015. Реестр программ для ЭВМ. 1 с. Режим доступа: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015616424&TypeFile=html
45. Просеков А. Ю., Рада А. О., Кузнецов А. Д., Шумелев Д. И., Прокопьев Г. О., Тептюк А. Д. Программа для обработки тепловизионных снимков и видеоматериалов с целью определения точных координат экстремумов интенсивности инфракрасного излучения: свид. №2019615436 Российская Федерация; заявл. 18.04.2019; опубл. 26.04.2019. Реестр программ для ЭВМ. 1 с. Режим доступа: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019615436&TypeFile=html

References

1. Yushkevich N. T. *Model' ustoychivogo razvitiya okhotnich'ego khozyaystva v Belarusi*. [Model of sustainable development of hunting in Belarus]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* = Proceedings of BSTU. 2018;(1(208)):61-65. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35093806>
2. Kaledin A. P., Yuldashbaev Yu. A., Nikolaev A. A., Ostapchuk A. M. *Voprosy sokhraneniya okhotnich'ikh resursov i ikh stoimostnoy otsenki v Rossiyskoy Federatsii i Moskovskoy oblasti*. [Problems of hunting resources conservation and their cost evaluation in the Russian Federation and Moscow region]. *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskij zhurnal* = The International Technical-Economic Journal. 2016. (4): 24-30. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27187064>
3. Glushkov V. M. *Nezakonnaya dobycha losya v Rossii: vzglyad iznutri*. [Illegal moose hunting in Russia: from inside]. *Gumanitarnye aspekty okhoty i okhotnich'ego khozyaystva: sb. mater. II mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Humanitarian aspects of hunting and hunting economy: Collection of Proceedings of the 2nd

- International scientific and practical Conference.]. Irkutsk: *OOO «Izdatel'stvo Ottisk»*. 2014. pp. 49-61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22726340>
4. Safonov V. G., Glushkov V. M. *O neobkhodimosti sovershenstvovaniya upravleniya resursami dichi*. [On the need of improving game resource management]. *Agrarnaya nauka Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2016;(1 (50)):51-56. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25476141>
 5. Es'kov E. K., Grekov O. A. *Organizatsiya avioucheta okhotnich'ikh zhitovnykh s ispol'zovaniem pilotiruemyykh i bespilotnykh aviatsionnykh kompleksov*. [Organization of aerial accounting of game animals using manned and unmanned aircraft systems]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2018;15(4):238-241. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551242>
 6. Borodulin V. A. *Podkhody k vyboru sposoba kolichestvennoy otsenki naseleniya losya na severo-zapade lesnoy zony*. [Approaches to choosing a method for quantifying the moose population in the north-west of the forest zone]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy akademii*. 2013;(205):25-41. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21526421>
 7. Kondratenkov I. A. *Nekotorye aspekty teorii zimnego marshrutnogo ucheta okhotnich'ikh zhitovnykh*. [Some aspects of the theory of winter route tracking of hunting animals]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal*. 2018; (1):26-48. (In Russ.).
 8. Chervonnyy V. V. *Sravnitel'nyy analiz raznykh metodov ucheta kopytnykh i otsenka ikh rezul'tatov*. [Comparative analysis of different methods of accounting for ungulates and evaluation of their results]. *Nauchnye vedomosti BelGU*. 2014; (17 (188)): 86-94. (In Russ.).
 9. Glushkov V. M., Ketova N. S. *ZMU: otsenka raboty dvukh metodov*. [ZMU: evaluation of two methods]. *Gumanitarnyye aspekty okhoty i okhotnich'ego khozyaystva = Humanitarian aspects of hunting and hunting economy*. 2020;(1(26)):5-28. (In Russ.). URL: <http://www.biosphere-sib.ru/scientific-practical-journals/Humanitarian-aspects-of-hunting.php>
 10. Akhremenko A. K., Sedalishchev V. T. *Ekologicheskie osobennosti burogo medvedya (Ursus arctos L., 1758) v Yakutii*. [Ecological features of the brown bear (*Ursus arctos* L., 1758) in Yakutia]. *Ekologiya = Russian Journal of Ecology*. 2008;(3):201-205. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9976745>
 11. Kozorez A. I. Гуринович А. В. *Nepreodolimyye protivorechiya zimnego marshrutnogo ucheta dikikh zhitovnykh*. [Intractable contradictions of winter route accounting of wild animals.]. *Trudy BGTU. Seriya 1: lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyаемых ресурсов = Proceedings of BSTU. 2019;(2 (222)): 149-155. (In Belarus)*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nepreodolimyye-protivorechiya-zimnego-marshrutnogo-ucheta-dikikh-zhitovnykh>
 12. Stepanova V. V. *Obosnovanie i opyt provedeniya anketno-oprosnogo metoda ucheta volkov v Yakutii*. [Justification and experience of using of questionnaire and survey method of registration wolves in Yakutia]. *Vestnik IrGSKHA*. 2017; (83):158-163. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30547406>
 13. Chelintsev N. G. *Matematicheskie osnovy ucheta zhitovnykh*. [Mathematical foundations of animal accounting]. *Byulleten' moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel biologicheskoy = Bulletin of Moscow Society of Naturalists*. 2013;118(1):3-15. (In Russ.).
 14. Chervonnyy V. V. *Uchet okhotnich'ikh zverey progonom*. [Accounting for hunting animals by running]. *Metody ucheta okhotnich'ikh zhitovnykh v lesnoy zone: sb. statey*. [Methods of accounting for hunting animals in the forest zone: collection of articles]. 1973. pp. 29-35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28336058>
 15. Pysin V. G., Makarov V. A. *Razmeshchenie uchetykh ploshchadok po territorii ugodyi dlya organizatsii ucheta chislennosti vidovogo sostava okhotresurov metodom progona*. [Placement of registration areas across the territory of grounds for accounting organization of the number of species composition of hunting resources by the run method]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2017;14(1):35-41. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28961453>
 16. Maller O. N., Savchenko I. A., Emel'yanov V. I., Putintsev A. V. *Aviauchet kopytnykh na territorii Kans-koy gruppy rayonov Krasnoyarskogo kraya*. [Aerial surveys of ungulates on the territory of Kansk group districts of Krasnoyarsk krai]. *Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya = Success of modern science and education*. 2017;(1):66-70. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28130000>
 17. Senchik A. V., Ryabchenko A. V., Bormotov M. A. Guretskaya Yu. S. *Sostoyanie populyatsii dikikh kopytnykh zhitovnykh v Priamur'e na osnovanii aviaucheta 2017 goda*. [The state of the population of wild ungulates in the Amur region based on the 2017 air census]. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Scientific and practical peer-reviewed journal*. 2017; (4(18)):127-133. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32319101>
 18. Simonov S. A., Panchenko D. V., Tirronen K. F., Belkin V. V. *Opyt primeneniya aviatsii dlya ucheta teterevinykh ptits v Karelii*. [Experience of aerial surveys for countings of tetraonids in Karelia]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2018;(4):242-245. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551243>
 19. Kozlov V. M., Khalturin S. V. *Modelirovanie ucheta teterevinykh ptits*. [Results of simulation of grouses' accounting]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Science Euro-North-East*. 2017;(6(61)):69-73. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32375882>
 20. Morgunov N. A., Lomanova N. V., Maslennikov A. V., Shedu A. V. *Rezul'taty aviaucheta losya v FGBU GOOKH «Medveditsa» i v rybnskom rayone Yaroslavl'skoy oblasti v 2017 g. s primeneniem bespilotnykh leta-tel'nykh apparatov*. [Results of aerial elk counting in the Hunting Enterprise 'Medveditsa' and in the rybnsk district of the Jaroslavl' region in 2017 with the use of unmanned aerial vehicles]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: biologiya i ekologiya = Herald of TVGU. Series: Biology and Ecology*. 2019;(3 (55)):69-78. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41248276>

21. Grekov O. A. *Primenenie sovremennykh tekhnicheskikh sredstv i novykh informatsionnykh tekhnologiy v sisteme aviatsionnogo ucheta chislennosti okhotnich'ikh zhitovnykh*. [Application of modern technical means and new information technologies in the system of aviation accounting of the number of hunting animals]. *XXIX Mezhdunarodnyy kongress biologov-okhotovedov: sb. mater.* [XXIXth International Congress of biologist-hunters: collection of proceedings]. Part. 1. Moscow., 2009. pp. 313-315.
22. Puzachenko Yu. G., Zheltukhin A. S., Sandlerskiy R. B. *Organizatsiya zimnikh marshrutnykh uchetov s ispol'zovaniem GPS i distantsionnoy informatsii*. [Organization of winter route tracking using GPS and remote information]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2010;4(1):98-117. (In Russ.).
23. Melin M., Packalen P., Matala J., Mehtatalo L., Pusenius J. Assessing and modeling moose (*Alces alces*) habitats with airborne laser scanning data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2013;(23):389-396. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.11.004>
24. Seredkin I. V., Borisov M. Yu., Lisitsyn D. V. *Izuchenie i okhrana burogo medvedya v zakaznike «Vostochnyy»*. [Study and protection of the brown bear in the Vostochny nature reserve]. *Problemy izucheniya i okhrany zhitovnogo mira na severe: mater. mezhdunar. konf.* [Problems of studying and protecting the animals in the North: Proceedings of the International Conference.]. 2013. pp. 184-186.
25. Petrunenko Yu. K., Seredkin I. V., Mikell D. G. *Vozmozhnost' ispol'zovaniya GPS-osheynikov dlya izucheniya ekologii amurskogo tigra*. [The possibility of using GPS collars to study the ecology of the Amur tiger]. *Sovremennye problemy okhotnich'ego khozyaystva Kazakhstana i sopredel'-nykh stran: mezhdunar. konf.* [Modern problems of hunting economy of Kazakhstan and neighboring countries: international conf.]. 2014. pp. 198-202.
26. Avdeeva E. V. *Pravovoe regulirovanie gosudarstvennogo monitoringa ob"ektov zhitovnogo mira, zanesennykh v Krasnyuyu knigu RF*. [Legal regulation of state monitoring of animal world objects listed in the Red Book of the Russian Federation]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya ekonomika i pravo* = Bulletin of Udmurt University. Series Economics and Law. 2013;(1):150-155. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovoe-regulirovanie-gosudarstvennogo-monitoringa-obektov-zhitovnogo-mira-zanesennykh-v-krasnuyu-knigu-rf>
27. Panchenko D. V., Danilov P. I., Paasivaara A., Krasovskiy Yu. A. *Lesnoy severnyy olen' v zapovednike «Kostomukshskiy»*. [Wild forest reindeer in the "Kostomukshsky" state nature reserve]. *Vestnik okhotovedeniya*. 2018; (4): 284-288. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36551252>
28. Glushkov V. M., Roslyakov V. V. *Programma obrabotki dannykh ucheta okhotnich'ikh zhitovnykh*. [Program for processing data for tracking hunting animals]. Certificate of the Russian Federation. no. 2016614970, 2016. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2016617535&TypeFile=html
29. Glushkov V. M., Roslyakov V. V. *Programma registratsii dannykh ucheta okhotnich'ikh zhitovnykh*. [Program for registering data for hunting animals]. Certificate of the Russian Federation. no. 2015617348, 2015. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015617348&TypeFile=html
30. Azbukina E. V., Il'ina N. A., Kuz'mina O. A., Tomilin A. M., Tomilin E. A., Tulupova N. S. *Programmnyy kompleks planirovaniya, soprovozhdeniya, kontrolya i avtomatizirovannoy obrabotki dannykh zimnego marshrutnogo ucheta (PK ZMU)*. [Software package for planning, maintenance, control and automated data processing of winter route accounting (PC ZMU)]. Certificate of the Russian Federation. no. 2015610760, 2015. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015610760&TypeFile=html
31. Podolskiy S. A., Kastrikin V. A., Levik L. Yu. Gordeeva Ya. S. *Metodologiya ispol'zovaniya fotolovushek dlya otsenki obiliya i sezonnykh izmeneniy naseleniya mlekoпитayushchikh na primere Zeyskogo zapovednika*. [Methodology of using camera traps to estimate abundance and seasonal changes in the population of mammals on the example of the Zeya reserve]. *Baykal'skiy zoologicheskii zhurnal*. 2019; (2 (25)): 6-12. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41300187>
32. Domashov I. A., Sharma Kostubkh, Zhumabay uulu Kubanychbek. *Fotolovushki i ikh ispol'zovanie dlya ucheta snezhnogo barsa (Panthera uncia) v Kyrgyzstane*. [Camera traps and using of this technology for snow leopard (*Panthera uncia*) population assessment in Kyrgyzstan]. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana*. 2015;(10):8-9. (In Kyrgyzstan). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25303752>
33. Kharitonov M. A., Andrianov A. V., Tsarev S. A., Emel'yanova A. A. *Opyt primeneniya distantsionnykh metodov sbora informatsii ob ob"ektakh zhitovnogo mira i okhotnich'ikh resursakh na territorii Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhetskogo uchrezhdeniya «Bezborodovskoe GOOKh»*. [Experience in using remote methods of collecting information about wildlife objects and hunting resources on the territory of the Federal state budgetary institution «Bezborodovskoe GOH»]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: biologiya i ekologiya* = Herald of TVGU. Series: Biology and Ecology. 2015;(1):112-125. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23454305>
34. Grekov O. A. *Uchet chislennosti okhotnich'ikh zhitovnykh s primeneniem sovremennykh aviatsionnykh platform, novykh tekhnicheskikh sredstv i informatsionnykh tekhnologiy*. [Accounting for the number of hunting animals using modern aviation platforms, new technical means and information technologies]. *Informatsiya i kosmos* = Information and Space. 2016;(2):83-89. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26134150>
35. Medvedev A. A., Alekseenko N. A., Karpenko I. O. *Monitoring zhitovnogo mira na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh s pomoshch'yu bespilotnykh letatel'nykh apparatov*. [Fauna monitoring at especially protected natural territories with the help of unmanned aerial vehicles]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015;(6):304-309. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-zhitovnogo-mira-na-osobo-okhranyaemykh-prirodnih-territoriyah-s-pomoschyu-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov>

36. Morgunov N. A., Kul'pin A. A., Lomanova N. V., Maslennikov A. V., Ponomarenko S. L. *Opyt primeneniya bespilotnykh letatel'nykh apparatov dlya ucheta dikikh kopytnykh zhivotnykh*. [Experience of using of unmanned aircrafts for calculation of wild ungulates]. *Vestnik rossiyского gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*. 2016;(20 (25)):46-52. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28888228>

37. Grekov O. A. *Organizatsiya i provedenie aviaucheta okhotnich'ikh zhivotnykh s ispol'zovaniem bespilotnykh aviatsionnykh sistem samoletnogo i vertoletnogo tipov*. [Organizing and conducting an aerial survey of hunting animals with the use of unmanned aircraft systems of aircraft and helicopter types]. *Informatsiya i kosmos = Information and Space*. 2017;(4):111-118. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32261227>

38. Es'kov E. K. *Obnaruzhenie dikikh zhivotnykh foto- i teplovizionnymi sredstvami na bespilotnykh letatel'nykh apparatakh*. [Detection of wild animals by photo and thermal imaging means on unmanned aerial vehicles]. *Biologicheskie resursy: sostoyanie, ispol'zovanie i okhrana: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Biological resources: condition, use and protection: mater. international. scientific-practical conf.]. Kirov: *Vyatskaya GSKhA*, 2015. pp. 64-66.

39. Ogurtsov S. S. *Nekotorye vozmozhnosti ispol'zovaniya BPLA na zapovednoy territorii (na primere kvadroptera v Tsentral'no-lesnom zapovednike)*. [Some possibilities of using the UAVON protected area (on the example of a quadcopter in the Central forest reserve)]. *Vklad osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriy v ekologicheskuyu ustoychivost' regionov: sovremennoe sostoyanie i perspektivy: mezhdunar. konf.* [Contribution of specially protected natural territories to the ecological stability of regions: current state and prospects: International Conference.]. Kologriv, 2018. pp. 273-278. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36626861>

40. Myachkina N. *Oblast' primeneniya bespilotnykh letatel'nykh ap-paratov (BPLA) v sovremennom mire*. [The field of application of unmanned aerial vehicles (UAVs) in the modern world]. *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodykh uchenykh BGTU IM. V.G. Shukhova*. [International scientific and technical conference of young scientists of BSTU NAMED after V. G. Shukhov]. Belgorod: *Belgo-rodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet im. V.G. Shukhova*, 2017. pp. 4736-4739. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35108712>

41. Spaan D., Burke C., McAree O., Aureli F., Rangel-Rivera C. E., Hutschenreiter A., Longmore S. N., McWhirter P. R., Wich S. A. Thermal Infrared Imaging from Drones Offers a Major Advance for Spider Monkey Surveys. *Drones*. 2019;(3(2)):19. DOI: <https://doi.org/10.3390/drones3020034>

42. *Tekhnologiya «BPLA + teplovizionnaya s"emka» dlya issledovaniya i okhrany dikoy prirody*. [UAV + thermal imaging technology for wildlife research and protection]. Available at: http://www.xinhuanet.com/science/2019-07/31/c_138271247.htm (accessed: 2.02.2020).

43. Longmore S. N., Collins R. P., Pfeifer S., Fox S. E., Mulero-Pazmany M., Bezombes F., Goodwin A., Ovelar M. J. D. Adapting astronomical source detection software to help detect animals in thermal images obtained by unmanned aerial systems. *Intern. J. Remote Sensing*. 2017;(38):8-10. URL: <https://arxiv.org/pdf/1701.01611v1.pdf>

44. Savinetskiy A. B., Shupeyko N. P. *Programmnyaya sistema dlya avtomatizatsii analiza aerofotosnimkov s tsel'yu ucheta zhivotnykh*. [Software system for automating the analysis of aerial photos in order to account for animals]. Certificate of the Russian Federation. no. 2015616424, 2015. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2015616424&TypeFile=html

45. Prosekov A. Yu., Rada A. O., Kuznetsov A. D., Shumelev D. I., Prokop'ev G. O., Teptyuk A. D. *Programma dlya obrabotki teplovizionnykh snimkov i videomaterialov s tsel'yu opredeleniya tochnykh koordinat ekstremumov intensivnosti infrakrasnogo izlucheniya*. [Program for processing thermal images and video materials in order to determine the exact coordinates of the extremes of infrared radiation intensity]. Certificate of the Russian Federation. no. 2019615436, 2019. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=EVM&DocNumber=2019615436&TypeFile=html

Сведения об авторе

✉ **Просеков Александр Юрьевич**, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», ул. Красная, д. 6, г. Кемерово, Российская Федерация, 650043, e-mail: rector@kemsu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5630-3196>

Information about the author

✉ **Alexander Yu. Prosekov**, Doctor of Technical Science, professor, Head of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo State University, Krasnaya Str., 6, Kemerovo, Russian Federation, 650043, e-mail: rector@kemsu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5630-3196>

✉ – Для контактов / Corresponding author