

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ / BIOLOGICAL RESOURCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125>

ИЗУЧЕНИЕ РЕСУРСОВ ДИКРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Научная статья

Фадеев Н.Б.^{1,*}, Скрыпицына Т.Н.², Кочнева Д.А.³, Лебедев Д.И.⁴¹ORCID : 0000-0003-2658-6348;²ORCID : 0000-0003-4964-9196;³ORCID : 009-0007-7396-6753;¹Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Российская Федерация^{2,3}Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Российская Федерация³Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина, Москва, Российская Федерация⁴Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nfadeev[at]mail.ru)

Аннотация

На территории Российской Федерации залежные земли занимают около 5 миллионов гектаров. За 20-30 лет эти земли заросли не только подростом деревьев и кустарников, инвазивными видами растений, но и лекарственными растениями. Выполнение мониторинга биологического разнообразия, обилия лекарственных растений в различных природных зонах и местообитаниях, а также разработка дистанционных методов изучения растительных ресурсов с применением геоинформационных систем позволит проводить обследования территорий для целей ресурсоведения лекарственных растений и создания устойчивой ресурсной базы в целях разработки новых фитопрепаратов. Московским государственным университетом геодезии и картографии и Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных и ароматических растений разработана оригинальная методика по дистанционному изучению запасов дикорастущих лекарственных растений с полевой верификацией данных. Полевые работы выполнялись в Кировской области на трех ключевых участках. Изучались запасы лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), кипрея узколистного (иван-чая) (*Epilobium angustifolium* L., syn. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) и шиповника майского (*Rosa majalis* L.). В результате аэрофотосъемки с беспилотного воздушного судна были получены высокодетальные ортофотопланы, по которым производилось дешифрирование зарослей лекарственных растений и определялись запасы их сырья. Все данные верифицировались классическими полевыми методами определения продуктивности сообществ лекарственных растений. Полученные результаты стали основой геоинформационной системы залежных земель трех ключевых участков Кировской области с базами данных лекарственных растений, которые содержат количественные и качественные характеристики растений. На этих территориях сообщества составляют 20-60% от территории залежи, таким образом можно заключить, что их участие велико, что косвенно указывает на возраст и устойчивость исследованных сообществ. Продуктивность (вес сухого сырья) на 1 га составила: для *F. ulmaria* – 108-213 кг цветков, 488-707 кг листьев; для *E. angustifolium* – 28 кг цветков и 120 кг листьев. Кроме оценки запасов были сформированы рекомендации по улучшению возможностей дешифрирования изображений, полученных с БВС.

Ключевые слова: дикорастущие лекарственные растения, ключевые участки, аэрофотосъемка, беспилотные воздушные суда, ортофотопланы, запас сырья, ГИС.

STUDY OF WILD MEDICINAL PLANT RESOURCES IN FALLOW LANDS USING AERIAL PHOTOGRAPHY FROM UNMANNED AERIAL VEHICLES

Research article

Fadeev N.B.^{1,*}, Skrypitsyna T.N.², Kochneva D.A.³, Lebedev D.I.⁴¹ORCID : 0000-0003-2658-6348;²ORCID : 0000-0003-4964-9196;³ORCID : 009-0007-7396-6753;¹All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russian Federation^{2,3}Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russian Federation³The Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russian Federation⁴Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (nfadeev[at]mail.ru)

Abstract

On the territory of the Russian Federation, fallow lands occupy about 5 million hectares. Over 20-30 years, these lands have become overgrown not only with forest growth, invasive plants, but also with medicinal plants. Monitoring of biodiversity, number, abundance of medicinal plants in different natural zones and habitats, as well as the development of remote methods of studying plant resources, using GIS, will make it possible to conduct surveys of the area for the purposes of medicinal plant resource science and the sustainable resource base creation for the development of new herbal drugs. The Moscow State University of Geodesy and Cartography and the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic

Plants have developed an original methodology for remote sensing of wild medicinal plant stocks with field verification of data. Field work was carried out in the Kirov's region at three key sites. The raw material stock of fireweed (*Epilobium angustifolium* L., syn. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), meadowsweet (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), rose hip (*Rosa majalis* Herrm.) were studied. An unmanned aircraft aerial survey produced in highly detailed orthophotoplans, which were used to interpret medicinal plant thickets and determine their bioreserves. All data were verified by classical field methods of determining the yield of medicinal plant raw materials. The obtained data became the basis of fallow lands GIS of Kirov's region three key areas, which contain databases of medicinal plants and quantitative and qualitative characteristics of these plants. In these areas, the communities account for 20-60% of the fallow land area, so we can conclude that their participation is high, which indirectly indicates the age and formation of the studied communities. Productivity (weight of dry raw material) per 1 hectare was: for *F. ulmaria* – 108-213 kg of flowers, kg 488-707 of leaves; for *E. angustifolium* – 28 kg of flowers and 120 kg of leaves. In addition to the stock assessment, recommendations were made to improve the interpretation capabilities of UAV's imagery.

Keywords: wild medicinal plants, key areas, aerial photography, UAV's, orthophotoplans, raw material stock, GIS.

Введение

В Российской Федерации залежные земли занимают около 5 миллионов гектаров [1]. За 20-30 лет эти земли заросли не только лесной порослью, инвазивными видами растений, но и дикорастущими лекарственными растениями (ЛР). Актуальный вопрос для землепользователей в настоящее время – распахивать ли залежи для ввода их в сельскохозяйственный оборот или использовать те запасы лекарственных растений, которые возникли на залежных землях?

Чтобы разобраться в этом вопросе, необходимо учитывать несколько факторов. Во-первых, вклад залежей в баланс углерода в почве; во-вторых, стоимость лекарственных растений (экологически чистая продукция с нулевым углеродным следом) и стоимость продукции пчеловодства, которую можно получить на залежных землях. В-третьих, предполагается, что землепользователи будут в недалеком будущем получать денежные компенсации за нетронутые распахиваемой земли с положительным углеродным балансом (лесопокрываемые территории, луга). И наконец, при этом не будет загрязняться окружающая среда пестицидами, удобрениями, предотвращается смыв почвы и минимизируется эрозия, создается оздоровительная продукция, возрастает потенциал для агротуризма.

Выполнение мониторинга биологического разнообразия, обилия лекарственных растений в различных природных зонах и местообитаниях, а также разработка дистанционных методов изучения растительных ресурсов, с применением геоинформационных систем (ГИС), позволяет проводить обследования территорий для целей ресурсоведения лекарственных растений и создания устойчивой ресурсной базы в целях разработки новых фитопрепаратов [2].

Применение для этого материалов космической съемки малоэффективно, так как площадь локальных сообществ дикорастущих ЛР сравнительно небольшая, а геометрическое разрешение доступных снимков невысокое – от 0,5 м и более. В силу этих обстоятельств, локальные растительные сообщества плохо дешифрируются. Кроме того, время получения космических снимков может не совпадать со временем цветения растительных сообществ, что значительно затрудняет их распознавание. В этом смысле аэрофотосъемка с беспилотных воздушных судов (БВС), на наш взгляд, является наиболее оптимальной для дешифрирования: появляется возможность съемки с пространственным разрешением от 0,5-3,0 см до 10-25 см, и высоким фотографическим качеством, что определяет лучшие дешифровочные свойства полученных аэрофотоснимков [3], [4]. Улучшение дешифровочных свойств расширением спектрального диапазона съемочной аппаратуры на БВС позволяет подбирать оптимальные комбинации каналов для автоматизации дешифрирования [5] и определения границ растительных сообществ. Но пока что автоматизация распознавания отдельных экземпляров реализована в сельском хозяйстве [6], [7] и при съемке фотоплощадок исследователем с малой высоты (1м) [8]. Но этот метод очень трудоемкий, поэтому для обследования больших территорий залежных земель оправдано использование БВС для дешифрирования луговой растительности.

Кировская область – одна из крупнейших в Нечернозёмной зоне РФ, расположена на северо-востоке Русской равнины. В области насчитывается почти две тысячи рек двух бассейнов — Северодвинского и Волжского, общей протяжённостью более 66 тысяч км. Поймы рек хорошо выделяются на космических и аэрофотоснимках. Еще 30 лет назад эти земли использовались в качестве сельскохозяйственных угодий. В большинстве случаев они представляют собой сложные для обработки сельско-хозяйственной техникой участки с суглинистыми почвами с малым пахотным горизонтом и бедные по количеству гумуса и минеральных веществ [9], поэтому использовались в качестве сенокосных лугов или для выпаса скота. Тем не менее, за прошедшие годы в поймах рек сформировались богатые по видовому составу растительные сообщества, включающие значительное число видов лекарственных растений. Многие фармкомпании России используют сырье данного региона как экологически чистое и обладающее высокими лечебными характеристиками.

Полевые работы по дистанционному изучению запасов ДЛР (и полевой верификацией данных) в Кировской области выполняли по оригинальной методике, разработанной совместно Московским государственным университетом геодезии и картографии (МИИГАиК) и Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных и ароматических растений (ФГБНУ ВИЛАР). Исследования проводили в первой декаде июля на трех ключевых участках, где ранее ежегодно фиксировали наличие лекарственных растений. Первый участок находится в Юрьянском районе (58°59'23,70"с.ш., 49°11'18,97" в.д.). Здесь изучали кипрей узколистный (иван-чай) (*Epilobium angustifolium* L., syn. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., сем. *Onagraceae*). Второй участок расположен на территории Слободского района, в окрестностях поселка Княжий Луг (58°41'9,61"С, 49°35'47,07"В). На этом участке изучали сообщества лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., сем. *Rosaceae*) и шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm., сем. *Rosaceae*). Третий участок находится в Кирово-Чепецком районе, д. Малый Конып

(58°27'21,43" с.ш., 50°22'5,19" в.д.,). Здесь также проводили исследование лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.).

Участки Княжий Луг и Малый Коньп располагаются в поймах рек Вятка и Чепца соответственно, поэтому там преобладают приречные луга с влаголюбивыми видами растений. В Юрьянском районе участок находится на возвышенности в окружении леса, благодаря чему он постепенно зарастает деревьями и кустарниками.

В качестве объектов исследования были выбраны модельные виды растений, которые являются массовыми для приречных лугов и многолетних залежей, а также базовыми для изготовления многих типов фиточаев (в том числе, разработанных в ФГБНУ ВИЛАР), востребованы для нужд фитотерапии, и являются традиционными объектами заготовок населения Кировской и сопредельных областей [10], [11]. О важности этих растений говорят следующие факты. Например, на основе галло-эллаготанинов кипрея узколистного (иван-чая) в настоящее время ведутся работы по разработке перспективного противоопухолевого средства для нужд онкологии [12].

У шиповника майского кроме плодов (гипантия), которые являются ценным поливитаминным сырьем для изготовления таблеток, сиропов, драже, сборов, представляет интерес использование листьев и чашелистиков [10]. Исследования, выполненные в лаборатории микробиологии ФГБНУ ВИЛАР, подтвердили наличие выраженных антимикробных свойств у листьев и чашелистиков нескольких видов рода *Rosa* флоры нечерноземной зоны России.

Лабазник вязолистный – перспективное ЛР с антимикробной, противовирусной, противоопухолевой и антигипоксантной активностью [11], [12]. Таким образом, оценка запасов ресурсов этих видов растений является актуальной задачей.

Методы и принципы исследования

Для всех трех участков была выполнена аэрофотосъемка с беспилотного воздушного судна коптерного типа Phantom 4 Pro. Аэрофотосъемку выполняли с разных высот (20 м, 40 м и 60 м) с целью подбора оптимальных параметров для распознавания видов растений. При приведенных выше параметрах камеры, размеры пикселя на земле (GSD) составили 5 мм при съемке с 20 м, 11 мм – с 40 м и 17 мм – с 60 м.

Площади ключевых участков составили: Великорецкое - 15,2 га, Княжий Луг – 25,5 га, Малый Коньп – 29,8 га.

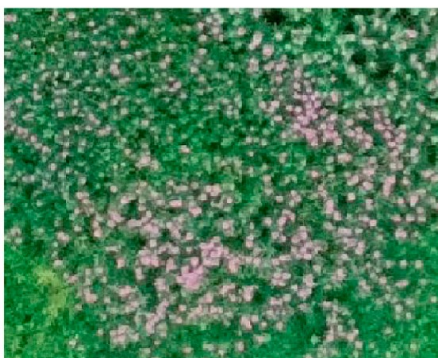
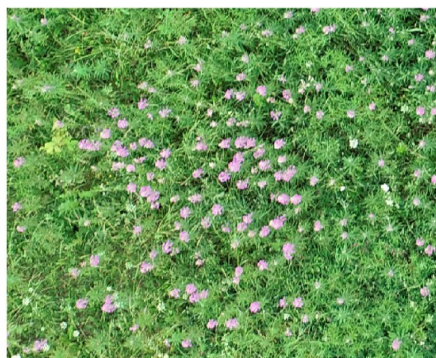
Обработка материалов съемки происходила по стандартной фотограмметрической технологии в программном обеспечении AgisoftMetashape [13], [14], в результате которой были созданы высокоточные ортофотопланы. Полученные ортофотопланы стали основой для дешифрирования и картографирования границ сообществ лекарственных растений. Все работы по дальнейшему картографированию и созданию базы данных лекарственных растений проводили в открытой геоинформационной системе QGIS [15]. Детальность изображения позволила определить вид растений, количество экземпляров на 1 квадратный метр и площадь проективного покрытия (рис. 1).

H=20 m

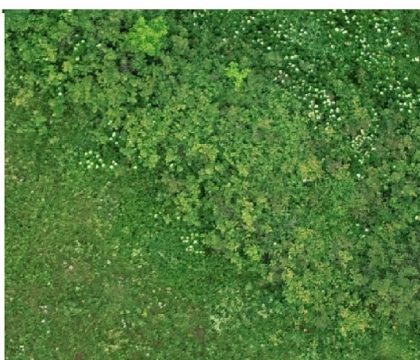
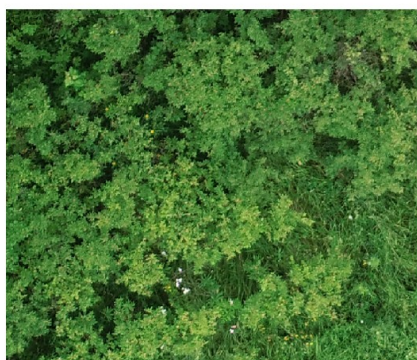
H=60 m



Filipendula ulmaria (L.) Maxim.



Epilobium angustifolium L.



Rosa majalis Herrm.

Рисунок 1 - Дешифровочные качества исходных снимков, полученных с разных высот фотографирования
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.1>

При этом учитывали, что дикорастущие ЛР могут произрастать: однородными сообществами – кипрей узколистный; смешанными в составе луговых разнотравных сообществ; отдельными крупными растениями в составе высокотравных сообществ (рис. 2).

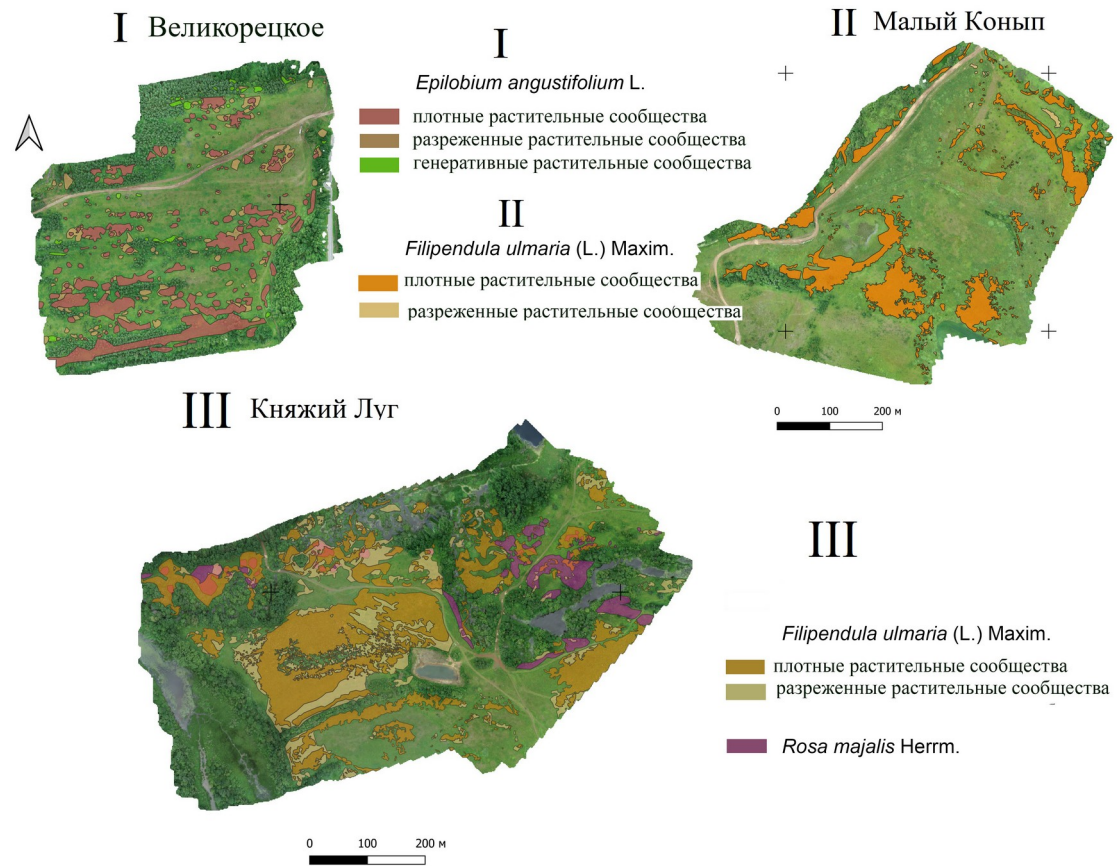


Рисунок 2 - Ортофотопланы и границы сообществ лекарственных растений
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.2>

При тематическом картографировании, с точки зрения оценки продуктивности дикорастущих ЛР на залежных полях, были определены три условных класса сообществ, которые необходимо выделять отдельно.

1. Сообщества с генеративными (цветущими) растениями с высокой плотностью экземпляров на 1 м². Для лабазника вязолистного – более 30 экземпляров на 1 м², для кипрея узколистного (иван-чая) – более 20 экземпляров на 1 м².

2. Сообщества с генеративными растениями, разреженные. Для лабазника вязолистного – менее 30 экземпляров на 1 м², для иван-чая узколистного – это менее 20 экземпляров на 1 м².

3. Сообщества с вегетативными растениями (молодые, не цветущие). Такая классификация сообществ позволяет более объективно определить суммарную ресурсную продуктивность ДЛР залежи на момент исследования и спрогнозировать тенденцию дальнейшей сукцессии растительности поля, как потенциального источника ЛР.

Одновременно проводили работы по традиционной технологии изучения запасов ЛР при помощи закладки ресурсоведческих профилей. Всего было заложено 3 профиля: для лабазника вязолистного – 15 (участок Малый Конып) и 20 (участок Княжий Луг) учетных площадок, для кипрея узколистного (иван-чая) – 10 учетных площадок.

2.1. Методы определения урожайности (плотности запаса) сырья дикорастущих лекарственных растений на ключевых участках

Ключевые участки – это площади, которые служат эталоном определенного типа природных угодий для определения запаса сырья, изучаемого вида растения. Ключевые участки закладываются только на потенциально продуктивных территориях, которые могут быть использованы для заготовки лекарственных растений в промышленных объемах.

Для планирования районов работ были использованы данные о наличии лекарственных растений на основании гербарных материалов, литературных данных, информации из российских и международных баз данных по биоразнообразию (Plantarium, iNaturalist, GBIF) и рекомендаций коллег. Возраст залежей составлял 20-30 лет.

На ключевых участках урожайность (плотность запаса сырья) можно определить несколькими способами, выбор которых зависит от сырьевого органа и от жизненной формы изучаемого вида растений. Для некрупных травянистых и кустарничковых растений, у которых в качестве сырья используют надземные органы (листья и цветки лабазника вязолистного, листья и цветки кипрея узколистного (иван-чая)), урожайность определяли на учетных площадках. Размер площадок определяли в зависимости от величины взрослых экземпляров изучаемого вида. Адекватная площадь площадки должна быть такова, при которой на ней помещается не менее 5 взрослых экземпляров ресурсного вида. Для определения урожайности и закладки площадок мы использовали учетные рамки квадратной формы площадью 1 м².

На учетных площадках определяли среднюю высоту растений, количество вегетативных и генеративных экземпляров, площадь проективного покрытия ресурсного вида, а также фитомассу соцветий, листьев и стеблей.

Однако, при ресурсных исследованиях крупных растений, в первую очередь, с деревьев и кустарников, для которых нужно закладывать учетные площадки очень большой площади, этот способ трудоемок. Поэтому в таких случаях использовали метод модельных экземпляров, например, для шиповника майского.

Учетные площадки для изучения лабазника вязолистного закладывали, располагая их равномерно на определенном расстоянии друг от друга так, чтобы по возможности охватить весь промысловый массив (заросль).

Учетные площадки для изучения лабазника вязолистного закладывали равномерно на определенном расстоянии друг от друга так, чтобы по возможности охватить весь промысловый массив (заросль): через каждые 10 метров в виде прямого маршрутного хода, проходящего через центр заросли, независимо от наличия или отсутствия экземпляров изучаемого вида в данном месте.

В случае с кипреем узколистным (иван-чаем), где его сообщества представляют собой отдельные куртины, занимающие определенный процент площади, вычисление величины которой возможно по аэрофотоснимкам, площадки располагались только в пределах этих куртин (пятен) и не закладывались на участках, лишенных изучаемого вида. Определение урожайности иван-чая проводили в куртинах (пятнах) путем подсчета процента площади, которую занимают пятна с изучаемым видом, так как они покрывают менее половины площади изучаемой территории.

Число учетных площадок выбирали из расчета, чтобы при статистической обработке материала ошибка средней арифметической (m) составляла не более 15-20% от самого среднего арифметического (M). Необходимое число площадок для достижения заданной точности зависит главным образом от равномерности распределения изучаемого вида в пределах сообщества, в меньшей степени – от его обилия. Чем равномернее распределен вид и больше его обилие, тем меньше нужно было учетных площадок [16].

Совместив треки наземных профилей и оцифрованные ортофопланы в геоинформационной системе (рис. 2), был проведен сравнительный анализ показателей. Для этого в точках треков создавали векторные полигоны площадью 1 м², и выполняли подсчет генеративных и вегетативных экземпляров исследуемых видов растений (рис. 3).

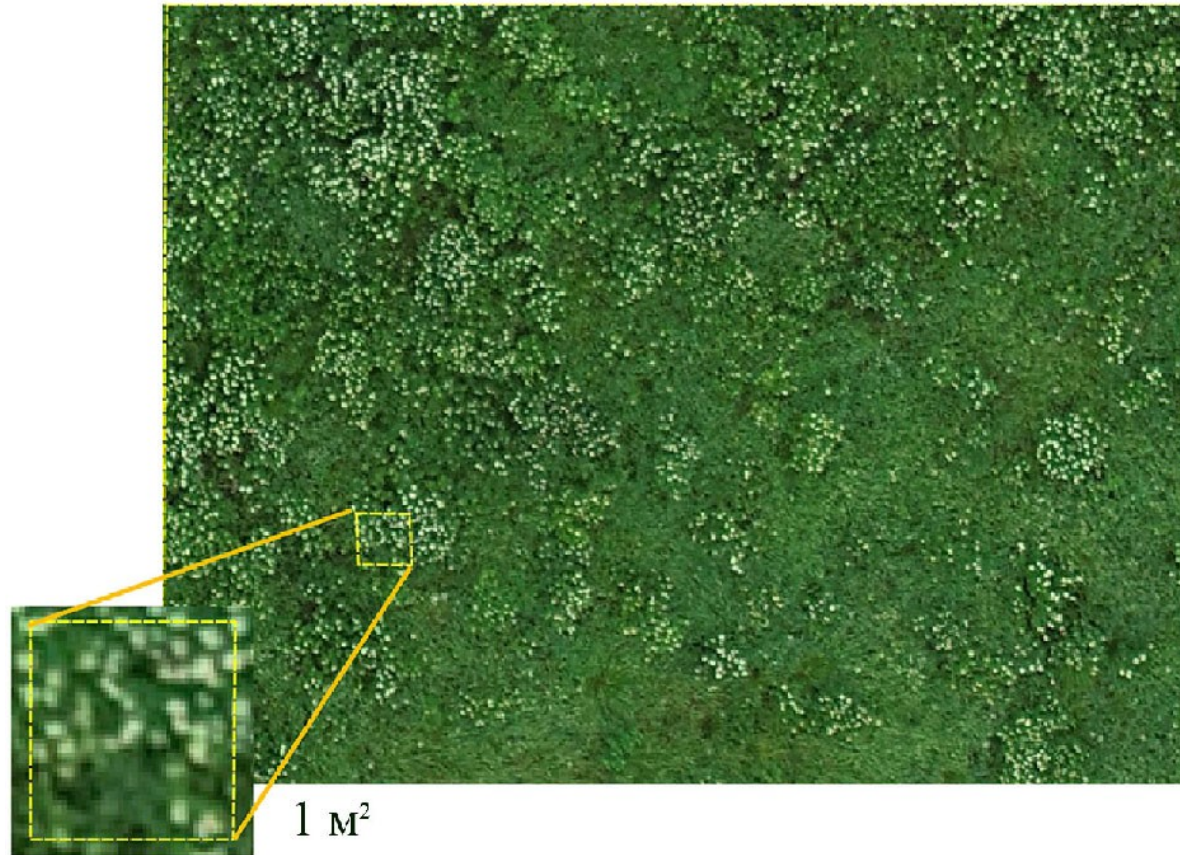


Рисунок 3 - Ключевой участок Княжий луг с сообществами *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (в фазу цветения) с учетной площадкой 1 м²
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.3>

Основные результаты

Для оценки ценности конкретного местообитания с точки зрения запасов ЛР важно оценить площадь, занимаемую ЛР по отношению к площади изучаемого участка. На основании этих данных можно проводить оценку экономической эффективности использования конкретного участка – либо в качестве сельскохозяйственных угодий (для сенокосения, пастбища), либо для заготовки лекарственных растений. В таблице 1 представлен вклад сообществ дикорастущих ЛР в общую площадь изучаемых участков.

На этих территориях сообщества ЛР составляют 20-60% от территории залежи, таким образом, можно заключить, что их участие велико. Это косвенно указывает на возраст и устойчивость сообществ залежи.

Таблица 1 - Вклад сообществ лекарственных растений в общую площадь изучаемых участков

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.4>

Название участка	Площадь аэрофото-съемки, га	Площадь залежи, га	Вид растения	Площадь сообществ	
				га	% от залежи
Великорецкое	15,25	12,73	Кипрей узколистый (<i>Epilobium angustifolium</i> L.)	3,05	24
Княжий Луг	25,49	15,37	Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.)	7,76	50,5
			Шиповник майский (<i>Rosa majalis</i> L.)	1,16	7,5
Малый Коньп	29,81	27,58	Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.)	4,5	16,3

В таблице 2 приведены данные о выявленных запасах сырья лекарственных растений на ключевых участках (вес сырой фитомассы). Суммарный запас сырья *Filipendula ulmaria* составляет: цветков – более 5 т, листьев – более 36 т. Суммарный запас сырья *Epilobium angustifolium* составляет: цветков – 3 т, листьев – более 15 т. Эти данные позволяют рекомендовать организовать промышленную заготовку сырья этих видов для нужд пищевой и фармацевтической промышленности.

Таблица 2 - Запас сырья лекарственных растений на ключевых участках

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.5>

Участок	Класс сообщества	Площадь сообществ с ЛР*, м ²	Фитомасса цветков, плодов**, кг	Фитомасса листьев, кг
Кипрей узколистый (<i>Epilobium angustifolium</i> L.)				
Великорецкое	Вегетативные растения	1269	0	635
	Генеративные растения	22244	2613	11122
	Разреженные генеративные растения	7000	457	3500
	Общий итог	30513	3071	15257
Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.)				
Княжий луг	Плотные	54055	1946	17676

	Разреженные	23583	241	7711
	Общий итог	77638	2187	25387
Малый Коньп	Плотные	44429	3154	10841
	Разреженные	1013	33	123
	Общий итог	45442	3187	10964
Шиповник майский (<i>Rosa majalis</i> Herrm.)				
Княжий луг	Общий итог	11671	658,2	838

Примечание: *ЛР – лекарственные растения; **плодов – *Rosa majalis* Herrm.; вес сырой фитомассы

Обсуждение

Полученные результаты показывают возможность объективной оценки запасов дикорастущих ЛР в природных условиях с использованием аэрофотосъемки с БВС. Существует несколько факторов, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов.

Во-первых, для геоботанических исследований важным фактором является климатические условия конкретного года, в который проводились работы. В условиях Кировской области с умеренно-континентальным климатом особое значение имеют сумма температур и сумма осадков в течение вегетационного периода. В сезон 2023 года в летние месяцы наблюдался дефицит осадков, что повлекло за собой ограничение роста фитомассы дикорастущих ЛР на участках, не имеющих избыточного водного питания. Это привело к тому, что на ключевом участке Княжий Луг средняя высота и фитомасса лабазника вязолистного были в два раза меньше, чем на участке Малый Коньп. Малый Коньп характеризуется избыточным водным режимом, так как это заболоченная территория. Таким образом, годовые изменения сырьевой фитомассы могут достигать 100% в случае благоприятных погодных условий в вегетационный период. Поэтому, для объективной оценки запасов дикорастущих ЛР необходимо проведение исследований на одном ключевом участке в течение двух-трех лет.

Во-вторых, важным фактором является достоверность подсчета количества экземпляров по аэрофотоснимкам. Для улучшения достоверности можно снижать высоту полета носителя до 20 м (см. рис. 2). Но тогда кратно увеличивается количество полетов БВС, объем данных и время их обработки; требуется больше вычислительной мощности. Кроме того, ухудшаются геометрические параметры изображения (завалы растительности из-за перспективных искажений), увеличивается количество изображений со смазом. Второй вариант – использовать фотоаппараты с полнокадровой матрицей и объективы с длинным фокусным расстоянием и лучшим качеством оптики. Кроме того, трудность с однозначным подсчетом количества экземпляров растений по аэрофотоснимкам, которая возникает из-за смаза изображения возможно решить при использовании стереофотограмметрического способа дешифрирования снимков [17].

Оптимальным решением может быть следующая технологическая схема: проводится площадная съемка всего ключевого участка с оптимальной высоты, при которой возможно уверенно определить видовую принадлежность сообществ ДЛР для дешифрирования и определения площадей их зарослей и детальная съемка отдельных выделов для подсчета числа экземпляров на единицу площади (с полевой верификацией данных).

Заключение

Анализ возможных способов использования залежных земель в почвенно-климатических условиях Кировской области показал, что реальной альтернативой вовлечения в сельскохозяйственный оборот является эксплуатация существующих зарослей лекарственных растений на этих землях.

Использование БВС для изучения запасов дикорастущих ЛР позволяет объективно оценивать площади растительных сообществ, путем создания карт ключевых участков, где в качестве картографической основы используются точные, актуальные, цифровые фотопланы. Это ускоряет проведение работ, особенно в труднодоступных местах (заболоченные территории, водные объекты, пересеченная местность и т. п.).

Продуктивность (вес сухого сырья) на 1 га залежных сообществ составила: для *Filipendula ulmaria* – 108-213 кг цветков, кг 488-707 листьев; для *Epilobium angustifolium* – 28 кг цветков и 120 кг листьев.

Полученные данные являются основой ГИС залежных земель с базами данных дикорастущих ЛР, которые содержат количественные и качественные характеристики растений и позволяют проводить мониторинг, оценивать их запасы и давать рекомендации по управлению земельными участками.

Финансирование

Работа выполнена в рамках НИР ФГБНУ ВИЛАР FGUU-2022-0009 при поддержке программы студенческих экспедиций «Открываем Россию заново».

Благодарности

Авторы благодарят всех организаторов и участников студенческой экспедиции «Природные лекарственные кладовые Вятского края» и нашу коллегу проф. Егосину Т.Л. за ценные советы и всестороннюю помощь в выполнении экспедиционных работ.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Млынар Е.В., Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.1>

Funding

The work was carried out within the research work of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR FGUU-2022-0009 with the support of the student expedition program "Rediscovering Russia"

Acknowledgement

The authors express their gratitude to all the organizers and participants of the student expedition "Natural Medicinal Treasures of Vyatka Krai" and our colleague Prof. T.L. Egoshina for valuable advice and all-round assistance in carrying out the expedition work.

Conflict of Interest

None declared.

Review

Mlynar Y.V., Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.125.1>

Список литературы / References

1. Дятловская Е.В. России не используется 44% сельхозугодий / Е.В. Дятловская. — 2017. — URL <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/29033-44-selkhozugodiy-v-rossii-ne-ispolzuyutsya> (дата обращения: 14.11.2023).
2. Атлас лекарственных растений России. — Москва : Наука, 2021. — 646 с.
3. Fadeev N.B. Use of remote sensing data and GIS technologies for monitoring stocks of medicinal plants: problems and prospects / N.B. Fadeev, T.N. Skrypitsyna, V.M. Kurkov [et al.] // Information technologies in the research of biodiversity : Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. — 2019. — P. 14–21. DOI: 10.1007/978-3-030-11720-7_3.
4. Barbedo J.G.A. A Review on the Use of Unmanned Aerial Vehicles and Imaging Sensors for Monitoring and Assessing Plant Stresses / J.G.A. Barbedo // Drones. — 2019. — № 3. — P. 40. DOI: 10.3390/drones3020040.
5. Ishida T. A novel approach for vegetation classification using UAV-based hyperspectral imaging / T. Ishida, F.A. Kurihara, S.B. Viray [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. — 2018. — № 144. — P. 80–85. DOI: 10.1016/j.compag.2017.11.027.
6. Lipovac A. Correlation between ground measurements and UAV sensed vegetation indices for yield prediction of common bean grown under different irrigation treatments and sowing periods / A. Lipovac, A. Bezdan // Water. — 2022 — № 14. — P. 3786. DOI: 10.3390/w14223786.
7. Feng C. A Combination of OBIA and Random Forest based on visible UAV Remote Sensing for accurately extracted information about weeds in areas with different weed densities in farmland / C. Feng, W. Zhang, H. Deng [et al.] // Remote Sens. — 2023. — № 15. — P. 4696. DOI: 10.3390/rs15194696.
8. Sellers H.L. Can plot-level photographs accurately estimate tundra vegetation cover in Northern Alaska? / H.L. Sellers, S.A. Vargas Zesati, S.C. Elmendorf // Remote Sens. — 2023. — № 15. — P. 972. DOI: 10.3390/rs15081972.
9. Аветов Н.А. Национальный атлас почв Российской Федерации / Н.А. Аветов, А.Л. Александровский, И.О. Алябина [и др.]. — Москва : Астрель, 2011. — 632 с.
10. Селиванова Е.М. Чашелистики плодов шиповника — перспективный вид лекарственного растительного сырья / Е.М. Селиванова, Е.Ю. Бабаева // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения : сборник материалов. IX Международная научная конференция молодых учёных. — Москва, 2021. — С. 372–378.
11. Быков В.А. Атлас лекарственных растений России / В.А. Быков, Т.А. Сокольская, Л.Н. Зайко [и др.]. — ВИЛАР, 2006. — 352 с.
12. Кит О.И. Противоопухолевые факторы природного происхождения и некоторые подходы к разработке эффективных схем фитотерапии в онкологии (обзор литературы с включением результатов собственных исследований) / О.И. Кит, Г.В. Жукова, О.Н. Толкачев [и др.] // Вопросы онкологии. — 2022. — Т. 68. — № 5. — С. 527–538. DOI: 10.37469/0507-3758-2022-68-5-527-538.
13. Agisoft Metashape. Professional Edition // Agisoft. — 2023. — URL: <https://www.agisoft.com/features/professional-edition/> (accessed: 15.08.2023).
14. Verhoeven G. Taking computervision aloft — archaeological three-dimensional reconstructions from aerial photographs with Photoscan / G. Verhoeven // Archaeol. Prospect. — 2011. — № 18. — P. 67–73.
15. QGIS: a Free and Open Source Geographic Information System // QGIS. — 2023. — URL: <https://www.qgis.org/en/site/> (accessed: 15.08.2023).
16. Методика определения запаса лекарственных растений. — Москва, 1986. — 51 с.
17. Фадеев Н.Б. Современные геоинформационные технологии в ресурсоведении лекарственных растений / Н.Б. Фадеев, Т.Н. Скрыпицына, В.М. Курков // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. — 2016. — № 6. — С. 68–73.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dyatlovskaya E.V. Rossii ne ispol'zuetsja 44% sel'hozugodij [In Russia, 44% of agricultural land is not used] / E.V. Dyatlovskaya. — 2017. — URL <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/29033-44-selkhozugodiy-v-rossii-ne-ispolzuyutsya> (accessed: 14.11.2023). [in Russian]
2. Atlas lekarstvennyh rastenij Rossii [Atlas of medicinal plants of Russia]. — Moscow : Nauka, 2021. — 646 p. [in Russian]
3. Fadeev N.B. Use of remote sensing data and GIS technologies for monitoring stocks of medicinal plants: problems and prospects / N.B. Fadeev, T.N. Skrypitsyna, V.M. Kurkov [et al.] // Information technologies in the research of biodiversity : Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. — 2019. — P. 14–21. DOI: 10.1007/978-3-030-11720-7_3.
4. Barbedo J.G.A. A Review on the Use of Unmanned Aerial Vehicles and Imaging Sensors for Monitoring and Assessing Plant Stresses / J.G.A. Barbedo // Drones. — 2019. — № 3. — P. 40. DOI: 10.3390/drones3020040.
5. Ishida T. A novel approach for vegetation classification using UAV-based hyperspectral imaging / T. Ishida, F.A. Kurihara, S.B. Viray [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. — 2018. — № 144. — P. 80–85. DOI: 10.1016/j.compag.2017.11.027.
6. Lipovac A. Correlation between ground measurements and UAV sensed vegetation indices for yield prediction of common bean grown under different irrigation treatments and sowing periods / A. Lipovac, A. Bezdan // Water. — 2022 — № 14. — P. 3786. DOI: 10.3390/w14223786.
7. Feng C. A Combination of OBIA and Random Forest based on visible UAV Remote Sensing for accurately extracted information about weeds in areas with different weed densities in farmland / C. Feng, W. Zhang, H. Deng [et al.] // Remote Sens. — 2023. — № 15. — P. 4696. DOI: 10.3390/rs15194696.
8. Sellers H.L. Can plot-level photographs accurately estimate tundra vegetation cover in Northern Alaska? / H.L. Sellers, S.A. Vargas Zesati, S.C. Elmendorf // Remote Sens. — 2023. — № 15. — P. 972. DOI: 10.3390/rs15081972.
9. Avetov N.A. Nacional'nyj atlas pochv Rossijskoj Federacii [National atlas of soils of the Russian Federation] / N.A. Avetov, A.L. Alexandrovsky, I.O. Alyabina [et al.]. — Moscow : Astrel, 2011. — 632 p. [in Russian]
10. Selivanova E.M. Chashelistiki plodov shipovnika — perspektivnyj vid lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja [Rosehip fruit sepals — a promising type of medicinal plant raw material] / E.M. Selivanova, E.Yu. Babaeva // Sovremennye tendencii razvitija tehnologij zdorov'esberezhenija [Modern trends in the development of health technologies] : proceedings of IX International Scientific Conference of Young Scientists. — Moscow, 2021. — P. 372–378. [in Russian]
11. Bykov V.A. Atlas lekarstvennyh rastenij Rossii [Atlas of medicinal plants of Russia] / V.A. Bykov, T.A. Sokolskaya, L.N. Zayko [et al.]. — VILAR, 2006. — 352 p. [in Russian]
12. Kit O.I. Protivoopuxolevy`e faktory` prirodnoho proisxozhdeniya i nekotory`e podxody` k razrabotke e`ffektivny`x sxem fitoterapii v onkologii (obzor literatury` s vklyucheniem rezul'tatov sobstvenny`x issledovanij) [Antitumor factors of natural origin and some approaches to the development of effective regimens of phytotherapy in oncology (literature review including the results of own research)] / O.I. Kit, G.V. Zhukova, O.N. Tolkachev [et al.] // Voprosy` onkologii [Issues of Oncology]. — 2022. — Vol. 68. — № 5. — P. 527–538. DOI: 10.37469/0507-3758-2022-68-5-527-538. [in Russian]
13. Agisoft Metashape. Professional Edition // Agisoft. — 2023. — URL: <https://www.agisoft.com/features/professional-edition/> (accessed: 15.08.2023).
14. Verhoeven G. Taking computervision aloft — archaeological three-dimensional reconstructions from aerial photographs with Photoscan / G. Verhoeven // Archaeol. Prospect. — 2011. — № 18. — P. 67–73.
15. QGIS: a Free and Open Source Geographic Information System // QGIS. — 2023. — URL: <https://www.qgis.org/en/site/> (accessed: 15.08.2023).
16. Metodika opredelenija zapasa lekarstvennyh rastenij [Methodology for determining the stock of medicinal plants]. — Moscow, 1986. — 51 p. [in Russian]
17. Fadeev N.B. Sovremennye geoinformacionnye tehnologii v resursovedenii lekarstvennyh rastenij [Modern geoinformation technologies in resource science of medicinal plants] / N.B. Fadeev, T.N. Skrypitsyna, V.M. Kurkov // Voprosy biologicheskoy, meditsinskoj i pharmaceuticheskoy himii [Issues in Biological, Medicinal and Pharmaceutical Chemistry]. — 2016. — № 6. — P. 68–73. [in Russian]