

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАКЛАДКИ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ

доктор сельскохозяйственных наук **В.А. Славский**¹
доктор биологических наук, профессор **С.М. Матвеев**^{1,2}

1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,

г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Государственная инвентаризация лесов в РФ представляет собой комплекс мероприятий по оценке состояния лесов, их количественных и качественных характеристик и является стратегически важным лесоучетным видом работ. Однако заимствованную в странах Западной Европы систему инвентаризационных работ не удалось полностью адаптировать к российским условиям. Порядок проведения ГИЛ не способствует динамичной реализации проекта, а методика проведения ГИЛ нуждается в корректировке. Целью работы является оптимизация проведения работ по государственной инвентаризации лесов при закладке пробных площадей. Проанализированы материалы лесоустройства, данные ГЛР, работы ведущих ученых по аналогичной тематике. При определении факторов, оказывающих наибольшую значимость на варьирование запаса насаждения, применен статистический метод на основе корреляционно-регрессионного анализа. Наибольшую значимость имели возраст насаждения, диаметр ствола и тип лесорастительных условий (ТЛУ). Предложено использовать тип лесорастительных условий в качестве унифицированной единицы стратификации. Данный показатель может в равной мере использоваться на покрытых и не покрытых лесной растительностью землях. Установлено, что территории, на которых целесообразно проведение ГИЛ с преобладанием дистанционных методов, составляют около 70 %. Предложена упрощенная методика закладки пробных площадей при ГИЛ, которая позволит осуществлять закладку большего количества пробных площадей в единицу времени без потери качества инвентаризационных работ.

Ключевые слова: государственная инвентаризация лесов, тип лесорастительных условий, постоянные пробные площади

DSc (Agriculture) V.A. Slavsky¹
DSc (Biology), Professor S.M. Matveev^{1,2}

1 – FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov",
Voronezh, Russian Federation

2 – FSI "Saint Petersburg Research Institute of Forestry", Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract

The state inventory of forests (SIF) in the Russian Federation is a set of measures to assess the condition of forests, their quantitative and qualitative characteristics and is a strategically important type of forest accounting. However, the system of inventory works borrowed from the countries of Western Europe could not be fully adapted to the Russian conditions. The procedure for conducting the GIL does not contribute to the dynamic implementation of the project, and the methodology for conducting the SIF needs to be adjusted. The aim of the work is to optimize the activity on the state forest inventory when laying test plots. The materials of forest inventory, SFR data, the work of leading scientists on similar topics have been analyzed. When determining the factors that have the greatest significance for the variation of the stand stock, a statistical method based on correlation-regression analysis was applied. The most significant were the planting age, trunk diameter, and type of forest growing conditions (FGC). It is proposed to use the type of forest growing conditions as a unified unit of stratification. This indicator can be used equally on wooded and unforested land. It has been established that the territories where it is advisable to conduct SIF with a predominance of remote sensing methods are about 70 %. A simplified method for laying test plots at SIF is proposed, which will enable to lay of a larger number of test plots per unit of time without losing the quality of inventory work.

Keywords: state inventory of forests, forest growing condition, permanent trial plots

Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ) является важнейшим элементом системы лесоучетных работ в Российской Федерации [5]. Данное направление заимствовано у работников лесного хозяйства Германии и Швейцарии, и к настоящему времени имеются как положительные, так и отрицательные отзывы о действующей системе ГИЛ [1, 4].

А.С. Алексеев (2019) отмечает, что система ГИЛ Российской Федерации в настоящее время обладает большим потенциалом для своего совершенствования с целью повышения репрезентативности, достоверности, статистической обоснованности и точности получаемых результатов. Однако эти преимущества могут быть реализованы только при правильной ее организации и проведении [2].

Результатом завершающегося в 2020 году первого цикла ГИЛ является закладка 68 287 пробных площадей вместо ранее запланированных 84 700, что на 20 % меньше требуемого показателя. Следовательно, порядок проведения ГИЛ не спо-

собствует динамичной реализации проекта, а методика проведения ГИЛ нуждается в корректировке с учетом особенностей, характерных для российских условий.

Из широкого списка проблем, возникающих при проведении ГИЛ, наиболее актуальными являются следующие.

1. Территория Российской Федерации не сопоставима с европейскими странами и крайне неоднородна по своим природно-климатическим параметрам.

При проведении ГИЛ степень точности выполнения работ необходимо дифференцировать не только в пределах лесных районов (в разрезе которых проводится инвентаризация), но также сделать привязку к лесорастительным зонам на данной территории. Например, Воронежская область расположена как в степной, так и в лесостепной зонах. Соответственно, и отдельное лесничество может быть расположено в разных лесорастительных зонах. Необходимо принимать во внимание это об-

стоятельство и скорректировать методические подходы к проведению ГИЛ. Кроме того, следует обязательно учитывать многочисленные сложности, возникающие при закладке пробных площадей.

На основании территориального расположения объекта ГИЛ в разрезе лесного района, с учетом принадлежности к лесорастительной зоне и принимая во внимание доступность освоения участков, составлена карта-схема, отражающая распределение оптимальных методов проведения ГИЛ (рис. 1). Многие ученые-исследователи [9, 12, 13, 16] отмечают большие перспективы автоматического дешифрирования страт при государственной инвентаризации лесов, в том числе методами лазерного сканирования [14, 15].

Необходимо отметить особую важность использования дистанционных методов, которые приобретают первостепенную значимость на более чем на 70 % территории РФ. Для территориально удаленных и труднодоступных участков это оптимальный способ получения статистически достоверных и актуальных сведений о лесах. Однако

современные требования к используемым данным (пространственное разрешение, давность съемки и др.) необходимо увеличить, что позволяет сделать современный уровень развития космических спутниковых систем.

2. Система учета площадей, покрытых лесной растительностью, несовершенна и вызывает ряд вопросов. Площадь лесов при ГИЛ определяется на основе данных ГЛР, при этом не учитываются значительные территории, покрытые лесной растительностью. По данным Д.Г. Щепаченко, А.З. Швиденко и др. (2015), площади лесов, управляемых органами лесного хозяйства, на 45 млн га меньше, чем площадь, представленная в ГЛР [11].

3. Еще одним важным фактором является устаревшая лесоустроительная информация, имеющаяся в лесничествах, которая используется при закладке пробных площадей. Если в начале 2009 г. устаревшие материалы были только на 14 % площадей, то к 2019 г. таких материалов более 55 % (рис. 2).



Рис. 1. Карта-схема распределения рекомендуемых методов при проведении ГИЛ на территории РФ (авторские данные)

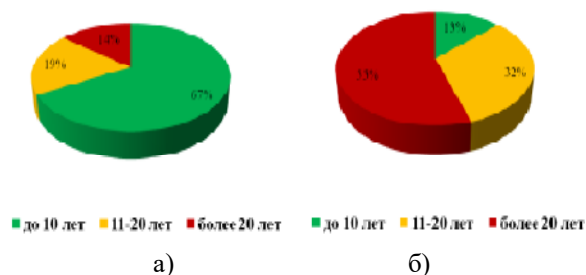


Рис. 2. Давность материалов лесоустройства
(а – 2009 г., б – 2019 г.)

(данные ФГБУ «Рослесинфорг») [8]

Стратификация проводится на основе выделительных таксационных характеристик, т. е. приходится опираться на данные лесоустройства, которые изначально вызовут неточности при проведении ГИЛ на их основе. Ряд авторов отмечает, что не стоит привязывать ГИЛ к выделительной базе данных (традиционной для России системе учета) [1, 2, 10 и др.]. Очевидно, нужно что-то менять.

Целью работы является оптимизация проведения работ по государственной инвентаризации лесов при закладке пробных площадей. В настоящее время продолжается дискуссия между специалистами о принятии унифицированной единицы стратификации для проведения ГИЛ. Для получения достоверной информации данные ГИЛ должны быть легко сопоставимы с данными лесоустройства. Необходимо найти такой показатель, который на протяжении ряда лет служил бы индикатором продуктивности насаждений.

Материал и методика исследований

Проанализированы материалы лесоустройства, имеющиеся в лесничествах, данные ГЛР, работы ведущих ученых по аналогичной тематике [2, 7, 8, 10 и др.]. Статистическая обработка данных произведена в программе STATISTICA 6,0 [14] с учетом рекомендаций Б.А. Доспехова [3] и S.A. Anatolyeva [12].

Результаты исследований и выводы

Мы провели апробацию результатов на дубовых насаждениях лесостепной зоны, имеющих разный возраст и произрастающих в разных лесорастительных условиях. Для определения тесноты связи и подтверждения взаимовлияния лесоводственно-таксационных признаков и запаса насаждения выполнен корреляционный анализ (рис. 3).

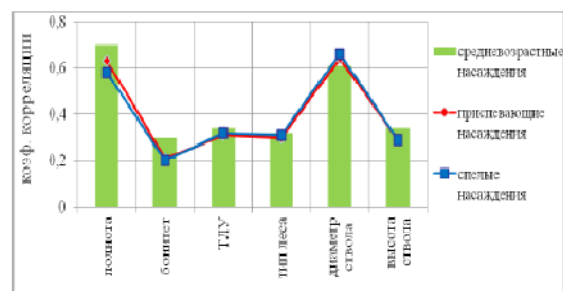


Рис. 3. Корреляционная связь запаса насаждений дуба черешчатого с основными лесоводственно-таксационными показателями

(авторские данные)

На графике (рис. 3) показано, что существенных различий корреляционных связей запаса с другими таксационными показателями в различных возрастных группах древостоев не выявлено. Однако теснота корреляционной связи запаса насаждений с таксационными показателями (в частности, классом бонитета) зачастую меньше, чем с лесоводственными – ТЛУ и типами леса.

При определении дисперсии запаса в пределах страты в расчет приняты лесоводственно-таксационные показатели теснотой связи $r > 0,31$ (рис. 4). Ожидаемо высокий уровень значимости ($F = 89$) имеет возраст насаждений.

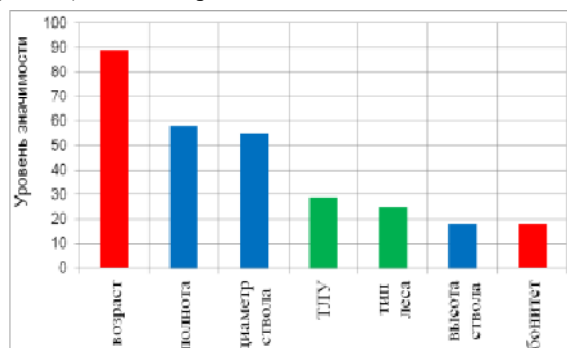


Рис. 4. Значимость основных таксационных показателей относительно дисперсии запаса

(авторские данные)

Высокую значимость имеет диаметр ствола ($F = 55$). Однако данный таксационный признак находится в тесной взаимосвязи с возрастом и непосредственно привязан к выделу, поэтому при стратификации целесообразно использовать показатель, хотя и имеющий несколько меньший уровень значимости, но не связанный с возрастом насаждений, – ТЛУ ($F = 28$).

Привязка расчета количества и мест закладки ПП к лесоводственным показателям позволит снизить различия, имеющиеся между материалами ГИЛ и лесоустройства. Это послужит решением первостепенной проблемы, возникающей при закладке пробных площадей, – несоответствия страты, определяемой по материалам лесоустройства, и страты, определяемой в полевых условиях.

На основании полученных данных предлагается применять при проведении стратификации ТЛУ как показатель, соответствующий всем вышеприведенным требованиям. Тип лесорастительных условий может в равной мере использоваться как на покрытых, так и на не покрытых лесной растительностью землях.

Очевидно, что на этапе перехода от первого инвентаризационного цикла (завершается в 2020 г.) ко второму (2021–2030 гг.) невозможно кардинально поменять методику закладки пробных площадей и заменить один или несколько существующих критериев стратификации. В связи с этим предлагаем ввести ТЛУ в качестве дополнительной единицы стратификации.

Проверка состояния, определение количественных и качественных характеристик лесов осуществляется путем закладки постоянных пробных площадей (ППП) и проведения измерений на

них [6]. Схема закладки пробных площадей приведена на рис. 5. Она представлена в виде трех концентрических кругов, на которых производятся основные измерения.

Пробные площади при проведении ГИЛ должны быть простыми в закладке и, чтобы обеспечить репрезентативность выборки, их должно быть много, особенно в зоне «интенсивного освоения» лесов. В таблице приведены применяемый на практике и предлагаемый варианты закладки пробных площадей при ГИЛ.

Для упрощения закладки ПП достаточно двух кругов (500 м² и 100 м²), вместо имеющихся сейчас трех. При этом в круге площадью 100 м² учитывать деревья с диаметром от 8 см.

На пробных площадях проводится определение и описание значительного набора показателей, используемых при оценке состояния лесов и их качественных и количественных характеристик – 117 показателей, сформированных в 8 блоках. В отдельных случаях эта информация является избыточной. Количество показателей слишком велико, но при их оптимизации надо учитывать требования ФАО и др. Вероятно, следует и добавить отдельные показатели, например, кислородопродуктивность, депонирование углерода и т. д.

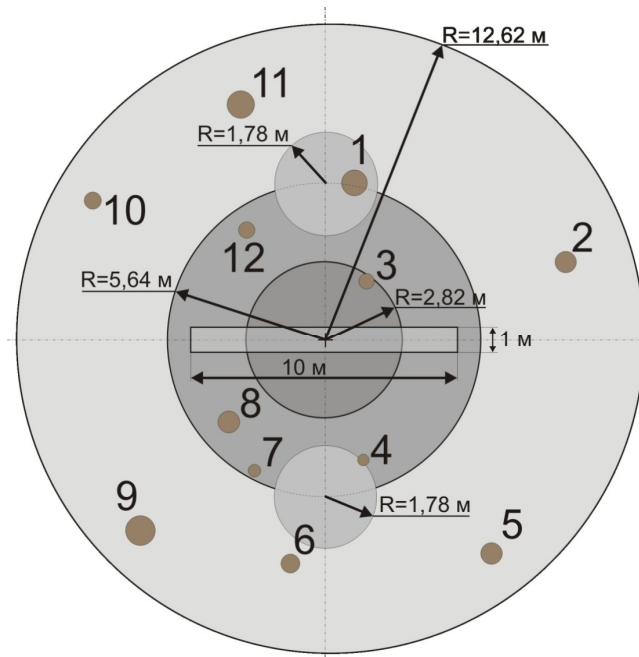


Рис. 5. Существующая схема закладки пробных площадей
(Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов) [6]

Применяемый на практике (Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов [6] – обычный шрифт) и предлагаемый (авторские данные – **полужирный шрифт**) варианты закладки пробных площадей при ГИЛ

Радиус, м	Площадь, м ²	Диаметры деревьев, пней и валежной древесины, измеряемые на отдельных концентрических инвентаризационных кругах	
12,62	500,00	Деревья диаметром на высоте груди 20 см и более, валежная древесина диаметром 6 см и более, пни диаметром 12 см и более	
5,64	100,00	Деревья диаметром на высоте груди от 12 см и более, валежная древесина диаметром 6 см и более, пни диаметром 12 см и более	Деревья диаметром на высоте груди от 8 см и более, валежная древесина диаметром 6 см и более, пни диаметром 12 см и более
2,82	25,00	Деревья диаметром от 6 см и более, валежная древесина диаметром 6 см и более, пни диаметром 12 см и более	Не требуется закладки 3-го круга

Выводы

На основании вышеизложенного предлагается:

- шире использовать дистанционные методы при проведении ГИЛ;
- оптимизировать количество ППП на территориях различной степени доступности до количества, позволяющего обеспечить необходимый уровень точности по объекту ГИЛ в целом;
- учитывать при закладке ППП дифференциацию лесов на зоны «интенсивного освоения» и «экстенсивного освоения»;

- при стратификации и определении мест для закладки ППП учитывать показатели рельефа местности и лесоводственную типологию; в частности – ТЛУ может быть предложен в качестве унифицированной единицы стратификации;

- упростить методику закладки пробных площадей, при этом дифференцированно увеличить их количество в зависимости от целей и интенсивности ведения хозяйства.

Библиографический список

1. Алексеев, А. С. Опыт статистической инвентаризации лесов России и современные проблемы формирования системы национальной инвентаризации лесов / А. С. Алексеев // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство : Матер. 3-й Междунар. науч.-практ. конференции. – Москва : ФГУП «Рослесинфорг», 2013. – С. 92–96.
2. Алексеев, А. С. Основные принципы организации и проведения государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) / А. С. Алексеев // Вопросы лесной науки. – 2019. – Т. 2 (1). – С. 1–18. – DOI 10.31509/2658-607x-2019-2-1-1-18.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта : учебник / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 2011. – 547 с. – ISBN 978-5-458-23540-2.
4. Креснов, В. В. Национальные инвентаризации лесов в зарубежных странах / В. В. Креснов, В. В. Страхов, А. Н. Филипчук // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 10-11. – С. 53–88.
5. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 05.10.2020).
6. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов (утверждены приказом Рослесхоза от 10.11.2011 № 472, в редакции приказа Рослесхоза от 15.03.2018 № 173). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325555> (дата обращения: 20.03.2020).

7. Министерство природных ресурсов РФ. Официальный сайт. – URL: <https://www.mnr.gov.ru/press/news/> (дата обращения: 15.11.2020).
8. Федеральное агентство лесного хозяйства РФ. ФГБУ «Рослесинфорг». Официальный сайт. – URL: <https://roslesinforg.ru/> (дата обращения: 02.04.2019).
9. Черниковский, Д. М. Оценка возможностей автоматического дешифрирования страт государственной инвентаризации лесов / Д. М. Черниковский, А. В. Любимов, В. А. Белов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2015. – № 213. – С. 110–119.
10. Площадь лесов России и ее динамика на основе синтеза продуктов дистанционного зондирования / Д. Г. Щепашенко, А. З. Швиденко, М. Ю. Лесив [и др.] // Лесоведение. – 2015. – № 3. – С. 163–171.
11. Anatolyev, S. A. Intermediate and advanced econometrics: problems and solutions / S. A. Anatolyev. – Moscow : New Economic School, 2005. – 164 p.
12. Forest inventory with high-density UAV-Lidar: Machine learning approaches for predicting individual tree attributes / A. P. Dalla Corte, D. V. Souza, F. E. Rex [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2020. – Vol. 179. – DOI: 10.3390/rs4061519.
13. Use of WorldView-2 stereo imagery and National Forest Inventory data for wall-to-wall mapping of growing stock / M. Immitzera, Ch. Stepperb, S. Böcka [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2016. – Vol. 359. – P. 232-246.
14. International benchmarking of terrestrial laser scanning approaches for forest inventories / X. Liang, J. Hyypä, H. Kaartinen [et al.] // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2018. – Vol. 144. – P. 137–179. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.06.021>.
15. Predicting and mapping site index in operational forest inventories using bitemporal airborne laser scanner data / L. Noordermeer, T. Gobakken, E. Næsset, O-M. Bollandsas // Forest Ecology and Management. – 2020. – Vol. 457. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117768>.
16. Update and spatial extension of strategic forest inventories using time series remote sensing and modeling / Ch. Shang, N. C. Coops, M. A. Wulder [et al.] // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2020. – Vol. 84. – P. 1229–1241. – DOI: 10.1177/0309133309342643.

References

1. Alekseev A. S. *Opyt statisticheskoy inventarizatsii lesov Rossii i sovremennyye problemy formirovaniya sistemy natsional'noy inventarizatsii lesov* [Experience of statistical inventory of Russian forests and modern problems of formation of the system of national forest inventory]. *Gosudarstvennyy lesnoy reyestr, gosudarstvennaya inventarizatsiya lesov i lesoustroystvo* [State forest register, state forest inventory and forest management]. Moscow: FSUE "Roslesinforg", 2013, pp. 92-96 (in Russian).
2. Alekseev A. S. *Osnovnyye printsipy organizatsii i provedeniya gosudarstvennoy inventarizatsii lesov (GIL)* [Basic principles of organizing and conducting the state forest inventory]. *Voprosy lesnoy nauki* [State forest register, state forest inventory and forest management]. Moscow, 2019, Vol. 2 (1), pp. 1-18 (in Russian). DOI 10.31509/2658-607x-2019-2-1-1-18.
3. Dospekhov B. A. *Metodologiya polevogo opyta: uchebnik* [Methodology of field experience: a textbook]. Moscow: Kolos, 2011, 547 p. (in Russian). ISBN 978-5-458-23540-2.
4. Kresnov V.V., Strakhov V.V., Filipchuk A.N. (2008) *Natsional'nyye inventarizatsii lesov v zarubezhnykh stranakh* [National forest inventories in foreign countries]. *Forestry information*, No. 10-11, pp. 53-88 (in Russian).
5. *Lesnoy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 04.12.2006 № 200-FZ (red. ot 31.07.2020)* [Forest Code of the Russian Federation dated 04.12.2006 No. 200-FZ (as amended on 31.07.2020)]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/.
6. *Metodicheskiye rekomendatsii po provedeniyu gosudarstvennoy inventarizatsii lesov (utverzhdeny prikazom Rosleskhoza ot 10.11.2011 № 472, v redaktsii prikaza Rosleskhoza ot 15.03.2018 № 173)* [Methodological recommendations for the state forest inventory (approved by order of the Federal Forestry Agency dated November 10, 2011. – No. 472, as amended by the order of the Federal Forestry Agency dated March 15, 2018 No. 173)]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325555>.

7. *Ministerstvo prirodnikh resursov RF. Ofitsial'nyy sayt* [Ministry of Natural Resources of the Russian Federation. Official site]. URL: <https://www.mnr.gov.ru/press/news/>.
8. *Federal'noye agentstvo lesnogo khozyaystva RF. FGBU «Roslesinform». Ofitsial'nyy sayt* [Federal Forestry Agency of the Russian Federation. FSBI «Roslesinform». Official site]. URL: <https://roslesinform.ru/>
9. Chernikhovskiy D. M., Lyubimov A. V., Belov V. A. (2015) *Otsenka vozmozhnostey avtomaticheskogo deshifirovaniya strat gosudarstvennoy inventarizatsii lesov* [Assessment of the possibilities of automatic decoding of strata of the state inventory of forests]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], № 213, pp. 110-119 (in Russian).
10. Shchepashchenko D. G., Shvidenko A. Z., Lesiv M. Yu (et al.) (2015) *Ploshchad' lesov Rossii i ee dinamika na osnove sinteza produktov distantsionnogo zondirovaniya* [The area of the forests of Russia and its dynamics based on the synthesis of remote sensing products]. *Lesovedeniye* [Forestry Journal], No. 3, pp. 163-171 (in Russian).
11. Anatolyev S. A. *Intermediate and advanced econometrics: problems and solutions*. Moscow: New Economic School, 2005, 164 p.
12. Dalla Corte A. P., Souza D. V., Rex F. E. (et al.) (2020) Forest inventory with high-density UAV-Lidar: Machine learning approaches for predicting individual tree attributes. *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 179. DOI: 10.3390/rs4061519.
13. Immitzera M., Stepperb Ch., Böcka S. (et al.) (2016) Use of WorldView-2 stereo imagery and National Forest Inventory data for wall-to-wall mapping of growing stock. *Forest Ecology and Management*, Vol. 359, pp. 232-246.
14. Liang X., Hyypä J., Kaartinen H. (et al.) (2018) International benchmarking of terrestrial laser scanning approaches for forest inventories. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 144, pp. 137-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.06.021>.
15. Noordermeer L., Gobakken T., Næsset E., Bollandsas O-M. (2020) Predicting and mapping site index in operational forest inventories using bitemporal airborne laser scanner data. *Forest Ecology and Management*, Vol. 457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117768>.
16. Shang Ch., Coops N. C., Wulder M. A. (2020) Update and spatial extension of strategic forest inventories using time series remote sensing and modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 84, pp. 1229-1241. DOI: 10.1177/0309133309342643.

Сведения об авторах

Славский Василий Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: slavskiyva@yandex.ru.

Матвеев Сергей Михайлович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация; главный научный сотрудник сектора проблем изменения климата научно-исследовательского отдела мониторинга лесных экосистем ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; e-mail: lisovod@bk.ru.

Information about authors

Slavsky Vasily Aleksandrovich – DSc (Agriculture), Associate Professor of the Department of Forestry, Forest Taxation and Forest Management, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; e-mail: slavskiyva@yandex.ru.

Matveev Sergey Mikhailovich – DSc (Biology), Professor, Head of the Department of Forestry, Forest Taxation and Forest Management, FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", Voronezh, Russian Federation; Chief Researcher of the Climate Change Problems Sector of the Research Department for Monitoring Forest Ecosystems, FBU "Saint Petersburg Research Institute of Forestry", Saint Petersburg, Russian Federation; e-mail: lisovod@bk.ru.