Лесохозяйственная информация.
2021. № 1. С. 18–39
Forestry information.
2021. № 1. P. 18–39

Научная статья

УДК 630.2
DOI 10.24419 / LHI.2304-3083.2021.1.02

Систематизация и учет факторов и условий доступности лесов для осуществления лесоводственных мероприятий*

Владимир Иванович Желдак [1]
Доктор биологических наук
Эльвира Валерьевна Дорощенкова [2]
Елена Михайловна Сидоренкова [3]
Татьяна Валерьевна Липкина [4]
Ирина Юрьевна Прока [5]

Аннотация. *На основе анализа динамичной, исторически развивающейся и усложняющейся совокупности факторов и условий, определяющих возможность осуществления мероприятий лесопользования и содержания (охрана, защита, воспроизводство) лесов при сохранении их ресурсного и экологического потенциала, рассматриваются принципы выделения, сущность и специфика действия каждой составляющей данной совокупности, в той или иной мере ограничивающей применение необходимых мероприятий, а также их сочетания, интеграции в рамках единой системы. При этом на высшем уровне сформированной системы выделено три комплекса факторов и условий: «транспортно-технические»; «природные породно-продуктивные, лесовоспроизводительные, лесоэкологические»; «социально-эколого-экономические». В первом комплексе объединены два сложных типа – наиболее известный традиционный – обеспечение лесов транспортной инфраструктурой, а также более сложный и неоднородный, который может быть разделен и на два самостоятельных, отражающих обеспеченность техническими средствами осуществления системных мероприятий лесопользования и содержания лесов, а также наличие промышленности по переработке древесины и других ресурсов. Аналогично сформирован состав и двух других комплексов, объединяющих соответственно факторы и условия – почвенно-грунтовые и орографические, породно-продуктивные, лесовоспроизводительные, лесоэкологические (в т.ч. природоохранные), а также социально-экологические и социально-экономические. Детальное рассмотрение, определение возможного и необходимого сочетания, интеграции выделенных элементов системы, упорядочение, объединение всех составляющих в единую дифференцированную совокупность обеспечивает возможность их эффективного учета при установлении соответствующего режима содержания и использования лесов, который поддерживается разработкой и применением приоритетно-целевых систем*

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зав. лабораторией, старший научный сотрудник (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), lesvig@yandex.ru
[2] Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зам. зав. отделом (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), forestvniilm@yandex.ru
[3] Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зав. лабораторией (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), sidora8@yandex.ru
[4] Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, младший научный сотрудник (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), ltv84@bk.ru
[5] Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, ведущий инженер (Пушкино, Московская обл., Российская Федерация), iproka@yandex.ru

* Статья печатается в авторской редакции

есоводственных мероприятий, дифференцированных по моделям разной интенсивности и целевого назначения.

Ключевые слова: *доступность лесов, режим содержания и использования лесов, лесоводственные мероприятия.*

Для цитирования: *Желдак В.И., Дорощенкова Э.В., Сидоренкова Е.М., Липкина Т.В., Прока И.Ю. Систематизация и учет факторов и условий доступности лесов для осуществления лесоводственных мероприятий // Лесохозяйственная информация. 2021. № 1. С. 18–39. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.1.02*

Original Article

DOI 10.24419 / LHI.2304-3083.2021.1.02

Systematization and Accounting of Factors and Conditions of Forest Availability for the Implementation of Forestry Activities*

Vladimir I. Zheldak [1]
Doctor of Biological Sciences
Elvira V. Doroshenkova [2]
Elena M. Sidorenkova [3]
Tatiana V. Lipkina [4]
Irina Yu. Proka [5]

Abstract. *Based on an analysis of a dynamic, historically evolving and complicating totality factors and conditions, determining the possibility of implementing forest management activities and maintenance (conservation, protection, reproduction) of forests while preserving their resource and ecological potential, are considered principles discharge, essence and specificity of the action of each of its components to one degree or another restricts the use of necessary measures, as well as their combination, integration within a single system. At the same time at the highest level of the formed system, three complexes of factors and conditions are distinguished: "transport and technical"; "natural breed-productive, forest reproducing, forest ecological"; "socio-ecological-economic". The first complex are combined two complicated types – the most famous traditional one – the provision forests with transport infrastructure, as well as more complex and heterogeneous, which can be divided into two independent ones, reflecting provision of technical means for implementing systemic activities of forest use and maintenance of forests, as well as availability of wood processing industry and other resources. Is similarly formed the composition of two other complexes combining respectively factors and conditions – soil-unpaved and orographic, breed productive, reforestation, forest ecological, including nature protection, as well as socio-ecological and socio-economic. Detailed consideration, determining the possible and necessary combination, integration of allocated system elements, streamlining, the combination of all components into a single differentiated set is provides the possibility of their effective application to establish an appropriate mode of maintenance and use of forests, which is supported by the development and application of priority-targeted of systems silvicultural activities differentiated by models of different intensity and purpose.*

[1] Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager Laboratory, Senior Researcher (Pushkino, Moscow Region, Russian Federation), lesvig@yandex.ru
[2] Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Deputy Manager of Department (Pushkino, Moscow region, Russian Federation), forestvniilm@yandex.ru
[3] Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Manager Laboratory (Pushkino, Moscow Region, Russian Federation), sidora8@yandex.ru
[4] Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Junior Researcher, (Pushkino, Moscow Region, Russian Federation), ltv84@bk.ru
[5] Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Lead Engineer (Pushkino, Moscow Region, Russian Federation), iproka@yandex.ru

* The article is published in the author's editorial office

Key words: *forest accessibility, the regime of maintenance and use of forests, silvicultural activities.*

For citation: *Zheldak V.I., Doroshenkova E.V., Sidorenkova E.M., Lipkina T.V., Proka I.Yu. Systematization and Accounting of Factors and Conditions of Forest Availability for the Implementation of Forestry Activities // Forestry information. 2021. № 1. P. 18–39. DOI 1024419/ LHI.2304-3083.2021.1.02.*

Введение

Исторически, независимо от выделения и обоснования в научном плане, на практике всегда оценивалась доступность лесов, в первую очередь, для заготовки древесины – по наличию дорог, с учетом ее запасов, а также возможности осуществления непрерывного неистощительного лесопользования, связанного с выполнением определенных лесоводственных требований и целевых установок [1–7]. При этом она определялась не только возможностью вести рубки и вывозку древесины, в том числе сезонно, при отсутствии дорог, но и экономической (хозяйственной) выгодностью этих мероприятий, что во многом определялось качеством заготавливаемой древесины. Древесину ценных хвойных пород в лесной зоне можно было заготовить и вывезти зимой даже при отсутствии хороших дорог.

В свою очередь, относительная значимость фактора качества древесины и, соответственно, вырубаемых деревьев, древостоев для лесозаготовок определенной доступности лесов (лесопользования) снижалась по мере развития промышленности по переработке всей, в том числе низкокачественной, древесины, а также расположения таких промышленных предприятий на доступном для вывозки расстоянии до лесосек, лесосырьевых баз. При увеличении количества предприятий, перерабатывающих древесину практически любого качества, в том числе на биотопливо, все более существенное значение для определения доступности лесов имеет уже объем древесного сырья, возможного для заготовки, хотя влияние на доступность леса фактора наличия ценной высококачественной древесины хвойных и твердолиственных пород, допустимой для использования, сохраняется.

Несмотря на прошедший почти столетний период развития, и в современных работах (результатах исследований), представленных в российских и зарубежных литературных источниках, при всех меняющихся подходах и методах исследований узловым звеном и целевой установкой является определение и оценка транспортной, экономической доступности лесов для лесопользования – заготовки древесины [8–11]. При этом особое место в определении доступности лесов занимают усложняющиеся методы моделирования различных ситуаций с наличием, протяженностью, густотой дорожной сети, а также запасов древесины, ее качества и концентрации, определяющие затраты на «сборы урожая» [10–13]. Многие модели и расчеты доступности лесов ориентированы непосредственно на достижение экономической эффективности лесопользования, получение прибыли при учете максимального количества факторов, определяющих как доходы от получения востребуемой на рынке и в производстве качественной древесины, так и величину затрат на ее заготовку с учетом строительства и эксплуатации дорог и других расходов [8, 9, 11, 14, 15].

Практически во всех анализируемых работах значительное внимание уделяется развитию комплексного системного подхода к определению доступности лесов с включением в комплекс все большего количества факторов и более или менее сбалансированным учетом множества их, в том числе потенциала недревесного пользования, а также социальных факторов и условий с выходом на достижение целей эффективного управления лесным хозяйством [8, 15–17]. При этом используются различные классификации действующих факторов, в том числе с выделением четырех основных групп, включая: лесосырьевую базу (пространственное распределение лесных ресурсов и основные характеристики древостоев); природно-производственные условия (типы грунтов, рельеф, наличие рек, озер, болот и даже особо охраняемых территорий); источники строительных материалов (для строительства дорог); имеющуюся сеть дорог [14].

При расчете экономической доступности рассматривается также влияние комплексных факторов, в первую очередь отражаемых в совокупности показателей: лесотипологических (породно-качественных характеристик древесины); плотности насаждений – «запасов»; ресурсов различных видов недревесной продукции (ягодников, плодовых и орехоносных древесных растений, лекарственных трав, сенокосов);

себестоимости лесозаготовки на конкретном участке, включающей эксплуатационные расходы, в том числе на горючесмазочные материалы и оплату труда; комплексного использования древесины, переработки всей биомассы дерева. Ко второму комплексному фактору, оказывающему влияние на оценку доступности лесных ресурсов, фактически отнесена транспортная обеспеченность лесных участков (с учетом водного, железнодорожного и автомобильного транспорта). В качестве третьего фактора при оценке доступности лесных ресурсов предусматривается учитывать стоимость лесохозяйственных работ [9], т.е. по существу отражающуюся в экономических показателях возможность выполнения лесоводственных мероприятий.

Расширяющиеся возможности эффективного изучения и учета множества факторов, влияющих на доступность лесов, используются в стране и за рубежом для научного обоснования планирования и проектирования экономически рационального и экологически безопасного освоения лесов, улучшения их использования за счет развития транспортной инфраструктуры, максимально адаптированной к природным условиям территорий [8, 9, 11, 17, 18]. При этом на основе использования современных методов моделирования, ГИС-технологий максимально исключается возможность проявления обычных в горных и холмистых условиях (при транспортном освоении лесов) отрицательных последствий – эрозии почвы, оползневых процессов, смыва мелких почвенных фракций и их отложения, в том числе в водоемах с нарушением естественного стока рек, изменения их русла, а также среды обитания водоемов и экологии ландшафтов в целом [19]. В рамках оптимизации планирования развития транспортной инфраструктуры на основе экологического подхода в целях улучшения доступности лесов, базируясь на специально разработанной методологии изучения и оценки состояния существующей сети дорог и их эффективности с применением ГИС-технологий определяют перспективные маршруты будущих дорог – потенциальную возможность достижения целевой доступности лесов с последующей оптимизацией разработанных проектов с использованием создаваемой цифровой модели рельефа [18]. Особый методологический подход и целевые установки используются при обосновании планирования сети лесных дорог для отдельных территорий с целью освоения и обеспечения доступности ценных лесов естественного происхождения и восстанавливающихся естественным путем. Планирование и проектирование дорог для этих целей осуществляется с учетом не только потенциала объемов и качества заготавливаемой древесины, но и сохранения биоразнообразия [11] – важнейшего показателя экологического, природоохранного фактора доступности лесов.

В целом в отечественных и зарубежных литературных источниках представлен широкий спектр результатов изучения множества факторов и условий, разнонаправленно влияющих на доступность лесов для осуществления лесоводственных мероприятий и лесопользования. Неопределенность и противоречивость действия многих из них и тем более совокупности факторов и условий, определяющих возможность осуществления различных мероприятий целевого содержания и использования лесов (СИЛ), приводит к сложности их эффективного применения для установления доступности лесов – соответственно проектирования и проведения мероприятий по их сохранению, рациональному использованию и эффективному содержанию.

Цель работы – выделить и систематизировать по основным характеристикам и показателям *совокупность факторов и условий*, определяющих доступность лесов для осуществления необходимых лесоводственных мероприятий по их содержанию и использованию.

Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи**:

- ✓ выделены и определены факторы и условия, существенно влияющие на комплексную доступность лесов, – выполнение лесоводственных мероприятий по содержанию и использованию лесов;
- ✓ сформирована общая системная совокупность факторов и условий, определяющих доступность лесов для лесоводственного

обеспечения их сохранения, эффективного использования и содержания.

Методы и материалы

Решение поставленных задач обеспечивается на основе применения *системного приоритетно-целевого* ***метода*** *лесоводства*, определяющего рассмотрение и изучение взаимосвязанных иерархически и функционально, в пространстве и во времени элементов любой совокупности лесоводства – его объектов (лесных и комплексных с лесными экосистем), разрабатываемых для управляющего, корректирующего воздействия на них, обращения с ними лесоводственных мероприятий (с учетом относительно стабильной и в то же время динамичной приоритетности целей лесоуправления, лесопользования, содержания лесов в изменяющихся природных и социально-эколого-экономических условиях).

Разработанный метод используется для выделения и анализа всего многообразия исторически меняющихся по составу и содержанию, преимущественному учету факторов и условий, в том числе экономических, экологических, социальных, существенно влияющих на доступность лесов, – осуществление лесоводственных мероприятий в целях их содержания, использования, сохранения экологического и ресурсного потенциала.

В рамках системного методического подхода выполнена дифференциация выделенных факторов по их происхождению – антропогенному, природному, социальному, специфике влияния на доступность лесов и другим свойствам – с одновременным объединением по уровню сходства и различия в определенные группы – таксоны иерархической системной совокупности факторов комплексной доступности лесов – объектов лесоводства.

Формируемая упорядоченная совокупность использовалась, в свою очередь, в качестве основы для разработки и доступного эффективного применения систем лесоводственных мероприятий по содержанию и использованию лесов, дифференцированных не только по целевому назначению и лесотипологическим условиям, но и возможности выполнения мероприятий различного уровня сложности и интенсивности в реальных условиях действия факторов доступности лесов: «транспортно-технических»; «природных породно-продуктивных, лесовоспроизводительных, лесоэкологических»; «социально-эколого-экономических».

Исходя из принципиальных установок принятого общего комплексного метода для определения показателей выделенных факторов доступности лесов предусматривается использование выработанных в лесопользовании, лесоводстве, лесной таксации и лесоустройстве частных методов, в том числе с учетом их развития на основе современных технологий, технических средств и в сочетании с методами математического моделирования.

Для выполнения работы использовались материалы литературных источников, в той или иной мере характеризующие доступность лесов при разных целях их освоения, а также фондовые разработки по соответствующим разделам (направлениям) лесоводственной тематики НИР.

Результаты и обсуждения

1. Выделение факторов и условий, существенно влияющих на комплексную доступность лесов, для выполнения лесоводственных мероприятий по их содержанию и использованию

Из результатов анализа и оценки реальной возможности (доступности) осуществления мероприятий по лесопользованию и содержанию (охраны, защиты, воспроизводства) лесов следует, что она зависит от многих факторов и условий (в в том числе обобщенно факторов – ФДЛ)*, характеризующихся определенными показателями и существенно различающихся спецификой

* Учитывая семантическое (смысловое) сходство слов – факторы и условия (обозначающие явления, обстоятельства, феномены) они используются в работе в зависимости от контекста, специфики обозначаемого, повторяемости.

и направленностью влияния на общую или комплексную доступность лесов (КДЛ). С учетом обобщения данных, приведенных в литературных источниках, к основным определяющим факторам КДЛ целесообразно отнести следующие: освоенность территории дорогами (транспортной инфраструктурой); наличие технологий и технических средств осуществления мероприятий по лесоводству и лесопользованию, промышленных производств по переработке древесины, древесной массы («промышленно-технической лесоперерабатывающей инфраструктуры»); специфику естественных природных территориальных почвенно-грунтовых и орографических (рельефа) условий; породно-продуктивные свойства, качество и ресурсную ценность лесов и уровень соответствия их целевому состоянию; лесовоспроизводительные свойства лесов; экологические, в том числе природоохранные свойства лесов; социально-экологические потребности в лесах (лесных экологических благах); социально-экономические потребности (хозяйственные, промышленные) в лесных ресурсах и экономический потенциал обеспечения доступности лесов по всем приведенным факторам и условиям.

Относительно самостоятельными, но в той или иной мере определенными составляющими социального фактора или зависимыми от него, являются наличие трудовых ресурсов, в том числе квалифицированных, для качественного выполнения всех мероприятий, уровень лесоводственного научно-технического обеспечения, включая разработку приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий. Развитие лесоводственных систем содержания и использования лесов, в которых в той или иной мере учитывается специфика перечисленных природных и социально-эколого-экономических условий, может рассматриваться в качестве отдельного элемента или фактора в составе объединяющего социального, включающего и развитие лесоводства.

При этом выделенные факторы и условия, в том числе в разных сочетаниях, могут существенно усиливать или ослаблять ограничения доступности лесов, преимущественно для осуществления мероприятий ресурсного лесопользования – лесовоспроизводства, а также активного экологического пользования (в частности, при рекреации). Непосредственный учет всех или многих факторов и условий, определяющих доступность лесов, является очень сложным для установления режима их содержания и использования. Особенно это проявляется при недостаточной определенности свойств и направленности влияния факторов, тем более совокупного действия в рамках установления их более или менее детальных характеристик, возможного сочетания, объединения в отдельные блоки, взаимодополнения и «конкуренции» природных, технических и социальных составляющих общей совокупности.

В связи с этим в целях системного дифференцированного рассмотрения и учета выделяемых факторов и условий, определяющих доступность лесов, установление реально реализуемого режима СИЛ, разработки и применения системных лесоводственных мероприятий, целесообразно предварительное объединение их в определенные блоки или подсистемы по сходству и различию существенных признаков – своеобразные более или менее сложные виды и типы факторов доступности лесов. В свою очередь, выделенные отдельные блоки – первичные виды и типы факторов – в связи с их значительным разнообразием и сложностью целесообразно объединять по общим значимым признакам в определенные комплексные единицы разного уровня общности (комплексные типы, или комплексы), образующие единую иерархическую систему общей совокупности факторов комплексной доступности лесов (СФ.КДЛ).

2. Формирование общей системной совокупности факторов, определяющих доступность лесов для лесоводственного обеспечения их сохранения, эффективного использования и содержания

2.1. Состав и структура общей системной совокупности факторов комплексной доступности лесов

Исходя из приведенного методического подхода на высшем уровне дифференциации

общей систематизированной совокупности ФКДЛ устанавливаются наиболее сложные подсистемы – комплексы, в том числе организационно-хозяйственного, природного, социального происхождения – как составляющие высшего уровня иерархии единой совокупности, объединяющие факторы и условия:

- ✓ «транспортно-технические»;
- ✓ «природные породно-продуктивные, лесовоспроизводительные и лесоэкологические, в том числе природоохранные»;
- ✓ «социально-эколого-экономические», включающие (в широком плане) и собственно лесоводственные – наличие и возможность разработки лесоводственного обеспечения – систем лесоводственных мероприятий, определяемые во многом условиями социально-экономического развития.

Выделенные комплексы факторов и условий, существенно влияющих в своей специфике на возможность осуществления мероприятий лесопользования – лесоводства, определяют и соответствующую частную (специфическую) комплексную доступность лесов в рамках общей КДЛ. В свою очередь, каждый комплекс включает разной сложности типы и виды факторов и условий – элементы, которые могут существенно влиять на общую комплексную доступность лесов и, соответственно, определять необходимые для их содержания и использования типы (модели) систем лесоводственных мероприятий.

При этом комплекс транспортно-технических условий объединяет типы СФ.КДЛ – наличия транспортной и промышленной инфраструктуры, содержащие факторы, определяющие значительное различие в доступности лесов и интенсивности ведения лесного хозяйства и лесопользования при других равных условиях.

В сложном комплексе природных породно-продуктивных, лесовоспроизводительных и лесоэкологических факторов СФ.КДЛ объединены природные почвенно-грунтовые и орографические условия, породно-продуктивные, качественные свойства лесных насаждений, а также естественные лесовоспроизводительные и лесоэкологические (в том числе природоохранные) свойства лесных экосистем, их состояние, в т.ч. в сравнении с целевым. В целом эти факторы традиционно рассматриваются в качестве природной основы разработки и применения мероприятий по лесоводству и лесопользованию.

В социально-эколого-экономическом комплексе факторов и условий КДЛ выделяется как непосредственная потребность социума в лесных ресурсах, экологических средообразующих благах (рекреационных и др.) и как возрастающая потребность в сохранении, восстановлении, улучшении водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических и других полезных свойств и функций лесов. При этом традиционный комплексный фактор социально-экономической потребности в лесных ресурсах, несмотря на относительное ослабление его влияния (приоритета), остается важнейшим определяющим доступность лесов. Он рассматривается как отдельно, так и в общем комплексе с экономическим социально обусловленным обеспечением усиливающейся социальной потребности сохранения, восстановления и поддержания экологического потенциала лесов, в том числе путем активного управляющего корректирующего воздействия на многие другие экологически безопасно изменяемые факторы и условия в рамках общей СФ.КДЛ (рисунок).

В целом, несмотря на огромные различия (по происхождению и другим признакам и свойствам) выделяемых факторов и условий, объединенных в соответствующие таксоны разного уровня сложности общей совокупности ФКДЛ, их результирующее влияние устанавливается в рамках приведенной единой системы, открытой для возможного дополнения новыми факторами и их взаимосвязями.

2.2. Комплекс факторов и условий транспортно-технической доступности лесов

В комплексе факторов и условий транспортно-технической доступности лесов объединены разные по своему содержанию явления, но в исходном варианте освоения, содержания и использования лесов они представляют сложившуюся объективную реальность – наличие



Схема систематизированной совокупности факторов и условий комплексной доступности лесов, определяющих установление дифференцированного режима СИЛ, применение соответствующих ему систем лесоводственных мероприятий (собственная разработка авторов)

транспортной и промышленной инфраструктуры, определяющей своеобразную транспортно-техническую возможность осуществления системных лесоводственных мероприятий СИЛ.

Совокупность факторов, определяющих транспортную доступность лесов для осуществления системных мероприятий лесоводства и лесопользования, – наиболее простая (среди

других сложных) по составу подсистема формируемой общей СФ.КДЛ. В типичном варианте она характеризуется наличием дорог всесезонного использования, при котором создаются условия для необходимого проведения на участках мероприятий полноцикловых лесоводственных систем (при отсутствии других ограничивающих факторов). К ограничивающим факторам могут относиться, в частности, и отдельные экологические свойства лесных экосистем, поскольку строительство дорог может иметь и опосредованное отрицательное природоохранное значение для сохранения особо ценных лесов (в частности, на территории определенных ООПТ и сходных с ними объектов, максимально сохраняющихся в состоянии естественной или близкой к естественной динамике).

Дифференциация фактора наличия дорог, пригодных для использования при проведении лесоводственных мероприятий, осуществляется по комплексу показателей, характеризующих протяженность дорог на единицу площади, а также равномерность их распределения по территории и уровень доступности каждого отдельного участка (выдела) или любой его части с учетом породно-продуктивных и других свойств лесов [9, 12, 13, 15, 17]. При этом сложный комплексный фактор транспортной доступности лесов – обеспеченности их транспортной инфраструктурой, по существу, неограниченно изменяемой при отсутствии ограничений экологических и других факторов, в том числе имеющихся средств и целесообразности их затрат. Он определяется, в свою очередь, наличием запасов древесины для заготовки (особенно ценной), потенциала экологического пользования при экономической, социальной мотивации их освоения в связи с развитием транспортной инфраструктуры.

Таким образом, фактор транспортной доступности лесов по приведенным показателям можно дифференцировать на несколько категорий или типов: по протяженности – «густоте дорог»: высокой, средней, низкой; по равномерности обеспечения дорогами территории – равномерной, относительно равномерной, неравномерной; по доступности каждого и всех участков, выделов в целом: полной – при доступности любого элементарного участка, неполной – при доступности большей части участков, частичной – при доступности лишь части участков (меньше половины); по площади соответственно всей территории, большей ее части, меньшей – меньше половины площади, лишь отдельных участков от всей площади лесов.

Не исключено выделение и полной транспортной недоступности лесов – с учетом и без учета возможности использования авиационных и других летательных аппаратов для осуществления мониторинга, определенных мероприятий по охране и защите лесов, а возможно, и таких мероприятий по лесовоспроизводству, как посев семян.

В сложной совокупности факторов, определяющих техническую доступность лесов, объединено значительное множество их, оказывающее существенное влияние на возможность освоения лесов или традиционно лесных ресурсов. Особое значение в этой совокупности имеет по существу самостоятельный фактор наличия промышленных предприятий, а также хозяйств, потребляющих древесину разного качества, товарности. Он может быть определяющим для осуществления системных мероприятий ухода за лесом, тем более часто исключительно лесоводственно востребуемых прореживаний, в первую очередь лесных культур, которые без своевременного разреживания, освобождения от отрицательного влияния нежелательных (второстепенных) пород могут быть вообще утрачены.

В связи с этим востребуемость промышленного или хозяйственного потребления древесины от рубок ухода, санитарных и других лесоводственных рубок открывает возможность осуществления системных мероприятий ухода за лесом, а также интенсивного воспроизводства лесов в целом, освоения не только продуктивных древостоев ценных хвойных, твердолиственных, но и всех пород разной продуктивности и качества с высокой или приемлемой экономической эффективностью. В этом же блоке учитывается и наличие технических средств – машин и механизмов для заготовки и вывозки древесины,

других видов сырья, а также и лесовосстановления, ухода за лесом, производства посадочного материала и других.

При этом совокупность транспортно-технических факторов и условий, отраженных в соответствующих показателях (протяженности дорог на единицу площади, обеспеченности выполнения всех мероприятий лесопользования, лесовоспроизводства, охраны и защиты леса техническими средствами, мощностью промышленных предприятий по количеству и качеству перерабатываемого сырья древесных и других лесных ресурсов), достаточно полно характеризует в широком плане технический потенциал освоения лесов, который может быть реализован при наличии определенного природного породно-продуктивного потенциала и отсутствии сильно ограничивающих экологических, природоохранных и других факторов и условий.

2.3. Природные породно-продуктивные, лесовоспроизводительные и лесоэкологические свойства лесов – факторы, определяющие их доступность

Несмотря на большое разнообразие составляющих данной совокупности ФКДЛ, в нее включены только сложные (комплексные) природные факторы и условия, которые при необходимости могут дифференцироваться на более простые, имеющие для конкретных объектов определяющее значение. Многие из них можно считать относительно изменяемыми, поскольку влияние их на доступность лесов – возможность выполнения мероприятий лесоводства и лесопользования – может усиливаться и ослабляться антропогенным хозяйственным воздействием, в т.ч. проведением определенных лесоводственных мероприятий ухода за лесом.

Комплексный *фактор природных почвенно-грунтовых, орографических условий* территорий и отдельных участков традиционно определяет соответствующий показатель – потенциальную возможность осуществления на них лесоводственных (в широком определении) мероприятий. При оценке совокупности этих факторов необходимо учитывать, что они могут существенно влиять (положительно и отрицательно) как на собственно лесоводственно-техническую возможность (доступность) осуществления мероприятий, так и на своеобразную природно-транспортную доступность самих участков, на которых они должны проводиться. В частности, даже при отсутствии или недостатке дорог с твердым покрытием и улучшенных грунтовых, почти круглогодичного использования, обычно в равнинных условиях дренированных почвогрунтов легкого механического состава проезд к участкам и работа на них невозможны или нежелательны только в сравнительно непродолжительные периоды ранней весной, осенью, после сильных дождей. Обычно такие условия являются дополняющим положительным фактором улучшения транспортной доступности лесов даже при невысокой плотности (густоте) дорог. Они существенно влияют также на технологическую доступность лесов. На таких участках прокладка и использование густой сети технологических коридоров – волоков – в условиях интенсивного хозяйства не приводит к существенным отрицательным воздействиям на почву.

В то же время природные условия с влажными, переувлажненными, заболоченными почвогрунтами, а также пересеченного холмистого, тем более горного рельефа, по данным отечественных и зарубежных исследований, являются важнейшим, часто определяющим фактором ограниченной доступности лесов или почти полной, в том числе технологической, недоступности участков для осуществления системных лесоводственных мероприятий. В равнинных условиях участки с влажными, переувлажненными почвами могут быть (ограниченно) доступными только в зимний период северных широт – преимущественно лесной зоны – даже для проведения рубок – заготовки древесины, что не является показателем возможности осуществления на таких участках системы мероприятий содержания лесов в целом.

Породный состав, продуктивность и качество лесов – древостоев или «природно-породно-продуктивный качественный потенциал лесов» – по существу традиционный комплексный фактор, характеризующийся известными

лесоводственно-таксационными показателями, отражающими важнейшие природные свойства лесов. В совокупности он является приоритетным фактором, определяющим во многом доступность лесов, в первую очередь, для заготовки древесины, рассматриваемый также в группе факторов «лесосырьевая база», отражающий концентрацию запасов, площади участков заготовки древесины, долю хвойных пород на землях лесного фонда и другие его характеристики, как правило, учитывающиеся в общей совокупности, в том числе с транспортной доступностью лесов [9, 13–15]. В целом этот сложный фактор представляет в соответствующих параметрах природные ресурсные потребительские свойства существующих лесов – их породный состав, продуктивность, другие качественные и количественные характеристики, определяющие ресурсный потенциал лесов, который может быть использован в хозяйственных и промышленных целях. *Природно-породно-продуктивный качественный потенциал лесов* остается одним из ключевых природных факторов комплексной доступности лесов. Он может быть дифференцирован в соответствующих целях, в том числе по составляющим – породному составу, производительности – продуктивности, качеству лесов, а также по объемным показателям общего запаса лесных ресурсов и возможного их ежегодного изъятия на определенной территории (потенциальной совокупной интенсивности лесопользования). Это, в свою очередь, определяет перспективность освоения лесов данной территории, целесообразность строительства дорог, развития промышленности по заготовке и переработке древесины и в целом социально-экономического развития территорий.

Небольшие запасы, в том числе потенциально возможные для использования в будущем (при преобладании существующих неспелых древостоев) и в условиях высокой производительности лесов целевых пород, но рассредоточенные на значительной территории, при отсутствии транспортной инфраструктуры, являются практически не доступными для освоения не только в настоящем, но и в перспективе. Это связано с неэффективностью вложения средств в строительство дорог, что в целом предопределяет недоступность таких лесов территориального образования для осуществления системных лесоводственных мероприятий исходя из экономической целесообразности (обоснованности) его развития, ориентированного и на использование потенциала лесных ресурсов.

В этом блоке факторов могут выделяться и другие важнейшие природные свойства лесов – лесных экосистем, существенно влияющие на доступность лесов, в том числе обусловленные природными лесотипологическими условиями и биологическими свойствами древесных пород. В первую очередь – их определенный лесовозобновительный потенциал (включая обеспеченность подростом), возрастная и пространственная структура лесных насаждений, потенциально высокая или приемлемая продуктивность древостоев (при фактической деградации их в состояние малоценных). В то же время эти факторы целесообразно рассматривать в отдельном выделенном блоке или совокупности ФКДЛ – «лесовоспроизводительных» или «лесообразовательных», проявляющихся в сочетании с динамичными природными породно-продуктивными свойствами лесов.

Лесообразовательные, породные биоэкологические свойства лесов, их воспроизводительная способность в соответствующих лесорастительных условиях существенно определяют возможное целевое состояние лесов как формационно-лесотипологических экосистем. Отражают их реальную и потенциальную доступность, в том числе в связи с отличием насаждений существующих от целевых – поскольку при высокой производительности (общей продуктивности) коренных хвойных, твердолиственных лесов (I–II классов бонитета) в реальных условиях на месте вырубленных ценных древостоев могут произрастать малоценные производные осинники, что резко снижает потенциальную породно-продуктивную доступность лесов.

При этом важнейшим фактором комплексной лесоводственной доступности лесов является их *лесовоспроизводительная способность* – свойство

лесов обеспечивать естественное воспроизводство лесных насаждений (древостоев, лесных экосистем) при их нарушении, уничтожении (пожарами и в связи с другими причинами), а также при вырубке древостоев для заготовки древесины, в том числе с применением лесоводственных мероприятий содействия лесовозобновлению, а при их недостаточности и дополнения естественного возобновления лесокультурным (комбинированное лесовозобновление – лесовосстановление) или закладкой лесных культур (с последующими уходами, до создания насаждений целевых пород и качества). При этом фактическое состояние насаждений может существенно отличаться от обеспечиваемого (формационно-лесотипологическими условиями) целевого, что должно учитываться в качестве важнейшего фактора доступности лесов, в том числе в сочетании с экологическими и социальными факторами – потребностями преобразования нарушенных лесных экосистем в целевые.

По совокупности приведенных «элементарных» составляющих комплексного фактора и отражающих их показателей могут выделяться леса, участки леса разного уровня доступности. Снижение доступности – от *высшей до средней* и *низшей* – обусловливается изменением содержания фактора, соответственно определяющего:

- ✓ обеспеченность естественного непрерывного восстановления целевых насаждений, в первую очередь разновозрастных, сложных и простых, но с высоким потенциалом естественного лесовозобновления, в том числе с мерами содействия и регулирования параметров рубок лесных насаждений (по площади лесосек, срокам примыкания и другим показателям);
- ✓ необходимость, кроме традиционных мер содействия лесовозобновлению, осуществления комплекса мер предварительной подготовки участков к смене поколений леса, а также последующего активного регулирования возобновляющейся лесообразующей растительности (ухода за ней) и даже дополнения естественного возобновления искусственным;
- ✓ возможность восстановления целевых древостоев на участках рубок и заготовки древесины только путем осуществления мероприятий создания лесных культур и ухода за ними, проведение которых может быть заблокировано отсутствием дорог и недостатком средств для их строительства, особенно в сложных природно-территориальных, в том числе почвенно-грунтовых условиях (переувлажненных, заболоченных и т.п.).

Сравнительно новым, но исключительно важным (среди природных, как правило, в сочетании с социальным) фактором для установления доступности лесов в целях лесопользования и выполнения в целом комплекса мероприятий содержания и использования лесов (определенных участков, массивов) являются, как правило, экологические *особо значимые для сохранения окружающей природной среды свойства лесов*, естественно определяющие и ограничивающие возможность и интенсивность воздействия на участки лесов лесоводственными мероприятиями. Такие участки могут представлять *лесные и комплексные с лесными экосистемы*, отличающиеся признанными *уникальными свойствами*. Они могут относиться к уже выделенным природным почвенно-грунтовым и орографическим условиям и/или к породно-продуктивным, особо лесоводственно значимым лесоэкологическим свойствам, объединяемым с устойчивостью лесных экосистем, отражаемой соответствующими показателями – патологической, пожарной безопасности, а также к действию неблагоприятных природных факторов (засух, ветровалов, буреломов), хозяйственных воздействий (рубок – разреживания и др.).

В целом эти свойства *целесообразно рассматривать в качестве отдельного комплексного фактора «природоохранной доступности лесов»*, поскольку он фактически может существенно влиять на общую комплексную доступность лесов. Игнорирование его (независимо от того, включен он в комплексный показатель социально-экологической потребности в лесах, или не включен, если такие объекты только выявляются)

может привести к невосполнимой утрате исключительно экологически, природоохранно значимых объектов, если к ним будут применены неприемлемые для их сохранения даже вполне качественные системные мероприятия определенного режима СИЛ – особенно интенсивные, а также и многих вариантов умеренно интенсивных моделей традиционного типа систем лесоводственных мероприятий [20].

Основные определяющие свойства и признаки таких объектов – очень слабая (низкая) их устойчивость к любым нарушениям сложившихся условий, в частности – на границе условий существования лесов (как зональных, высотных, так и внутрирегиональных, локальных «экологически экстремальных»): на территории крайне неустойчивых геосистем, участков, подверженных водной, ветровой эрозии, а также, наоборот, объектов исключительно высокопродуктивных, с уникальным составом фитоценозов (лесных насаждений), участков сохранения мест обитания уязвимых видов флоры и фауны и т.п. Для приведенных и других подобных показателей, выделенных лесных и комплексных с лесными экосистем, на концептуальном уровне определяются соответствующие принципиальные (в основном) качественные критерии, которые затем в нормативных и методических документах конкретизируются до параметрических и методических.

Особым фактором доступности лесов для осуществления лесоводственных мероприятий в пределах отдельных территорий является *существенная нарушенность их экологических условий в связи загрязнением радионуклидами, промышленными выбросами и по другим причинам*. В зависимости от степени проявления последствий нарушенности экологии, безопасности осуществления мероприятий в таких условиях определяется по существу уровень доступности участков для проведения на них лесохозяйственных работ – от в той или иной мере ограниченного нахождения по времени, с определенными средствами защиты до фактической невозможности осуществления мероприятий с участием человека, т.е. почти полной недоступности и, следовательно, необходимости разработки и применения в этих условиях мероприятий и технологий их реализации с использованием частично, преимущественно или практически, как правило, автоматических технических устройств (роботов), а также мероприятий, базирующихся почти исключительно на естественных лесообразовательных процессах с возможным корректирующим воздействием на них отдельными лесоводственными мероприятиями.

2.4. Комплекс социально-эколого-экономических факторов и условий, определяющих доступность лесов

В сформированный комплекс включены совокупности сложных, часто конкурирующих факторов различного происхождения, объединяемых единым (но по существу также противоречивым) социальным фактором, имеющим более или менее определяющее значение для установления и существенного изменения доступности лесов.

Отдельные составляющие комплексного фактора и соответствующих показателей *социально-экологической потребности в лесах*, представляющие потребность в экологических, в т.ч. рекреационных благах, выполнении лесами водоохранных, защитных и других экологических функций, важнейших природоохранных (сохранение особо ценных лесных и комплексных с лесными экосистем и т.п.), имеют различное значение для установления комплексной доступности лесов.

В частности, потребность в непосредственно используемых экологических – рекреационных благах (как и потребность в лесных ресурсах) – позитивно влияет на создание условий удовлетворения этих потребностей путем формирования определенной транспортной инфраструктуры и улучшения доступности лесов в целом. В то же время высокая рекреационная востребуемость лесов при ее реализации существенно ограничивает доступность лесов для заготовки древесины (т.е. «ресурсную доступность лесов»). К тому же использование рекреационного потенциала лесов может существенно ограничиваться природоохранной ценностью лесов, в том числе в связи с отнесением их к охраняемым территориям [21].

В свою очередь, *социальная потребность в сохранении водоохранных, защитных и других естественных экологических функций лесов*, которые эффективно выполняют леса, обычно мало антропогенно нарушенные, как правило, отрицательно влияет на освоение лесов, строительство дорог и иной инфраструктуры, затраты на создание которой обычно окупаются при ресурсном пользовании лесом. В то же время хорошая (не излишняя) транспортная доступность лесов, имеющих приоритетное экологическое и даже природоохранное значение, позволяет осуществлять мероприятия, направленные на сохранение этих лесов – охраны от пожаров, распространения патологии и других неблагоприятных факторов, – что также может быть решающим условием и соответственно признаком улучшения транспортной инфраструктуры.

При всех вариантах совокупности факторов – транспортной, природно-грунтовой, орографической доступности лесов, высокой социально-экономической востребуемости лесных ресурсов, – исключительно высокая социально-экологическая ценность лесов, отражаемая в приоритетной экологической, тем более природоохранной их значимости, может быть определяющей для установления комплексной доступности лесов. Выделяемая, в соответствии с общей лесоводственной концепцией доступности лесов, особая совокупность лесоэкологических, природоохранных свойств и социальных ценностей лесов при других благоприятных условиях может полностью блокировать или резко ограничивать доступность их в целях заготовки лесных ресурсов, а также рекреационного пользования лесом, что значительно снижает для многих объектов лесоводства и социально-экономическую доступность, значимость лесов.

В составе факторов социально-экологической (с учетом выделенных уже естественных лесоэкологических свойств), в том числе специфической «социально-природоохранной» доступности лесов – существенно снижающих общую КДЛ, целесообразно выделить совокупность свойств, согласно которым разделить все леса на ряд категорий по убывающей их эколого-природоохранной значимости и возрастающей доступности лесов, участков лесов. Соответственно, с учетом специфики региональных и локальных условий, могут выделяться леса – от практически не доступных и малодоступных для хозяйственного (лесоводственного) воздействия – леса, *имеющие исключительное природоохранное значение*, в природные процессы которых не допускается вмешательство человека, «*леса естественные природоохранные*» – особо ценные не освоенные леса, расположенные в критических, исключительно сложных для существования лесной растительности (лесных экосистем) условиях, где возможно применение только крайне необходимых эколого-восстановительных лесоводственных мероприятий – до лесов, участков лесов умеренной и высокой доступности для выполнения лесоводственных мероприятий – *сравнительно устойчивые, преимущественно в типично благоприятных для произрастания лесных древесных пород условиях лесной зоны, эффективно выполняющие многие экологические* и ресурсные функции при применении умеренно интенсивных мероприятий лесоводства и лесопользования, а также *леса*, как правило, *устойчивые при высокоинтенсивных хозяйственных воздействиях*, расположенные в лесной зоне, относящиеся в системе деления лесов по целевому назначению, по существу к типично эксплуатационным лесам (в прошлом лесам третьей группы).

Экономическая потребность в лесных ресурсах, как правило, в неразрывной связи с социальной, т.е. *социально-экономическая* – определяется совокупным действием факторов потребности в древесных, недревесных ресурсах леса, а на более высоком уровне развития общества и в лесных экологических благах (в выполнении лесом водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических и других экологических функций) в сочетании с наличием экономической возможности удовлетворения этих потребностей. Фактор социально-экономической доступности лесов отражает реальную и/или потенциально возможную при освоении лесов обеспеченность территории доступными запасами природных

ресурсов (древесины и других), а также, возможно, и своеобразным потенциалом «экологических благ» (используемых при развитии рекреации, туризма и т.п.). В свою очередь, для реализации потенциальных возможностей их использования необходимы инвестиции, которые могут быть получены и в рамках осуществления государственных программ развития территории.

Соответственно, важнейшим фактором, значительно влияющим на формирование комплексной доступности лесов, являются существующие или/и перспективные *социально-экономические условия*, *включая потребность территорий в лесных ресурсах* и обеспеченность ими для целей хозяйства, промышленного потребления (особенно крупных перерабатывающих предприятий), а также в целом социально-экономического развития сравнительно многолесных районов, преимущественно, где лесные ресурсы являются, по существу, основными воспроизводимыми природными продуктами и источниками получения средств для развития соответствующих территорий.

При этом фактор социально-экономической потребности в лесных ресурсах в сочетании с достаточным природно-породно-продуктивным потенциалом лесов, при отсутствии сильно ограничивающих экологических и других факторов, может существенно определять необходимость создания транспортной инфраструктуры (при ее отсутствии), развитие промышленности и предопределять в целом принципиальное улучшение доступности лесов для системного освоения их в режиме обоснованно интенсивного экологически безопасного содержания и использования, применения обеспечивающих его систем лесоводственных мероприятий.

В целом факторы экономических условий, проявляющиеся относительно самостоятельно при освоении и использовании лесов, лесных участков, получаемых/предоставляемых для осуществления определенных видов использования лесов и ведения лесного хозяйства, и в комплексе социально-экономических – могут иметь часто определяющее значение в совокупности с другими в установлении общей комплексной лесоводственной доступности лесов. При этом потенциалом этого фактора в основном определяется состояние и уровень влияния на комплексную доступность лесов таких специфических его составляющих, как обеспеченность трудовыми ресурсами, тем более квалифицированными исполнителями сложных лесоводственных мероприятий, возможность их подготовки, привлечения в условиях конкуренции, а также и обеспеченность лесоводственными разработками эффективных систем лесоводственных мероприятий.

Заключение

В целях совершенствования, повышения эффективности содержания и использования лесов в различных природных и социально-эколого-экономических условиях на основе обобщения исторического опыта, литературных данных и фондовых материалов, выделены и относительно детально определены на принципиальном методическом уровне *основные факторы и условия*, определяющие в совокупности возможность осуществления системных лесоводственных мероприятий, дифференцированных по интенсивности и целевому назначению, обеспечивающих при сложившихся обстоятельствах содержание и использование лесов в режиме, наиболее близком к целевому.

На основе выделенных (с учетом возможного выделения подобных) факторов и условий комплексной доступности лесов в рамках разработанных принципиальных подходов к определению сходства и различия сформирована их системная совокупность, состоящая из подсистем разных уровней. При этом на высшем уровне – в рамках развиваемой лесоводственной концепции комплексной доступности лесов – выделены подсистемы «транспортно-технических», «природных породно-продуктивных, лесовоспроизводительных, лесоэкологических (в том числе природоохранных), а также «социально-эколого-экономических» факторов и условий, по показателям которых могут обоснованно

устанавливаться определенный режим содержания и использования лесов (соответствующий их природным свойствам и целевому назначению), разрабатываться необходимые для его поддержания варианты модели эффективных систем лесоводственных мероприятий.

В отличие от существующих, в сформированной системе факторов и условий наиболее полно представлены все составляющие, в первую очередь экологические и природоохранные, влияние которых на доступность лесов в последние десятилетия значительно возрастает и становится первоочередным, нередко блокирующим действие всех других (в том числе социально-экономического развития территориальных образований), что предопределяет необходимость их тщательной оценки, не допуская преувеличения и необоснованного шаблонного их распространения на большие территории лесов.

В целом на основе системного лесоводственного метода оценки состояния лесов и применяемых мероприятий их содержания и использования, сформирован принципиальный подход выделения и систематизации факторов и условий, влияющих на доступность лесов, которые необходимо учитывать при разработке конкретных методик, технологий, моделей и программ научных исследований в целях установления реальной доступности соответствующих объектов лесоводства/лесопользования, определения в рамках сложившихся условий целевого режима содержания и использования лесов, применения наиболее эффективных систем лесоводственных мероприятий.

Список источников

1. Лесопромышленный комплекс: Состояние, проблемы, перспективы / Н.А. Бурдин, В.М. Шлыков, В.А. Егорьев, В.В. Саханов. – М. : МГУЛ, 2008. – 473 с.

2. Лесоустройство : учеб. для вузов / Е.С. Мурахтанов, Н.А. Моисеев, П.И. Мороз, Д.П. Столяров. – М. : Лесн. пром-сть, 1983. – 344 с.

3. Мелехов, И.С. Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – М. : Лесн. пр-сть, 1966. – 374 с.

4. Моисеев, Н.А. Лесоустройство в России: исторический анализ лесоустройства в России и концепция его возрождения в условиях рыночной экономики : моногр. / Н.А. Моисеев, А.Г. Третьяков, Р.Ф. Трейфельд. – М. : МГУЛ, 2014. – 268 с.

5. Побединский, А.В. Рубки главного пользования : 3-е изд. / А.В. Побединский. – М. : Лесн. пром-сть, 1980. – 192 с.

6. Теория и практика лесоустройства и лесопользования : матер. междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н.П. Анучина (Москва, 29 апреля 2003). – М. : ВНИИЛМ, 2003. – 251 с.

7. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.-Л., 1955. – 596 с.

8. Майоров, И.Г. Экономическая доступность лесных ресурсов и транспортная доступность / И.Г. Майоров, А.Г. Третьяков // Экономика и управление. – 2014. – № 10(119). – С. 24–28.

9. Мохирев, А.П. Максимум запасов – минимум эффекта? Доступность лесных ресурсов России с точки зрения факторного анализа / А.П. Мохирев, М.О. Позднякова // Современные научные исследования и разработки. – 2016. – № 6. – С. 389–393.

10. Henningsson, M. Optimization models for forest road upgrade planning / Mathias Henningsson, Jenny Karlsson, Mikael Rönnqvist // Journal of Mathematical Modelling and Algorithms. – 2007. – Vol. 6. – P. 3–23. DOI https://doi.org/10.1007/s10852-006-9047-0

11. Petkovic, V. Planning forest road network in natural forest areas: a case study in Northern Bosnia and Herzegovina / Vladimir Petkovic, Igor Potocnik // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2018. – Vol 39(1). – P. 45–56. DOI https://doaj.org/article/0693a53acd2f457198cfb7f58bec6bcf.

12. Оценка доступности лесных ресурсов с использованием современных методик на базе географических информационно-аналитических систем / А.П. Мохирев, М.О. Позднякова, С.Ю. Резинкин, В.О. Мамматов // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 4. – С. 109–122. DOI: 10.12737/article_5a3cf0de38c188.71430470.

13. Poje, A. Factors affecting harvesting intensity in small-scale private forests in Slovenia / Anton Poje, pela Pezdevšek Malovrh, Janez Krč // Small-scale Forestry. – 2016. – Vol. 15. – P. 73–91. DOI https://doi.org/10.1007/s11842-015-9309-7

14. Мохирев, А.П. Образование термина «транспортная доступность» и пути ее повышения / А.П. Мохирев, О.Н. Смолина // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сб. тр. конф. – Красноярск, 2017 – С. 241–245.

15. Bone, C. Evaluating spatio-temporal complexities of forest management: an integrated agent-based modeling and gis approach / Christopher Bone, Suzana Dragićević // Environmental Modeling & Assessment. – 2009. – Vol.14. – P. 481–496. DOI https://doi.org/10.1007/s10666-008-9151-9.

16. Widayati, A. Accessibility factors and conservation forest designation affecting rattan cane harvesting in lambusango forest, Buton, Indonesia / Atiek Widayati, Samantha Jones, Bruce Carlisle // Human Ecology. – 2010. – Vol. 38. – P. 731–746. DOI https://doi.org/10.1007/s10745-010-9358-7

17. Mapping the optimal forest road network based on the multicriteria evaluation technique: the case study of Mediterranean Island of Thassos in Greece / Stergios Tampekis, Stavros Sakellariou, Fani Samara, Athanassios Sfougaris, Dirk Jaeger, Olga Christopoulou // Environmental Monitoring and Assessment. – 2015. – Vol. 187. – Article number: 687. DOI https://doi.org/10.1007/s10661-015-4876-9

18. Tibor, P. Analysis of an existing forest road network / Pentek Tibor, Picman Dragutin, Potocnik Igor, Dvorscak Pavol, Nevecerel Hrvoje // Croatian Journal of Forest Engineering. – June 2005. – Vol. 26(1). – P. 40–50. DOI https://doaj.org/article/f88b4d1972834cd69f283dceb77f246c

19. Eugen, I. Planning forest accessibility with a low ecological impact / Iordache Eugen, Niţă Mihai-Daniel, Clinciu Loan // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2012. – Vol. 33. – issue 1. – P.143–148. DOI https://doaj.org/article/92889f658dd5475bbb775b65b7797b8e

20. Желдак, В.И. Системы лесоводственных мероприятий для моделей разного режима содержания лесов и лесопользования / В.И. Желдак // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т. 8. – № 4 (28). – С. 55–71. DOI: 10.12737/article_5a3d06d31ae0e6.52542708.

21. Dudek, T. Recreational potential as an indicator of accessibility control in protected mountain forest areas / Tomasz Dudek // Journal of Mountain Science. – 2017. – Vol. 14. – P. 1419–1427. DOI https://doi.org/10.1007/s11629-016-4018-z.

References

1. Lesopromyshlennyj kompleks: Sostoyanie, problemy, perspektivy / N.A. Burdin, V.M. SHlykov, V.A. Egor'ev, V.V. Sahanov. – M. : MGUL, 2008. – 473 s.

2. Lesoustrojstvo : ucheb. dlya vuzov / E.S. Murahtanov, N.A. Moiseev, P.I. Moroz, D.P. Stolyarov. – M. : Lesn. prom-st', 1983. – 344 s.

3. Melekhov, I.S. Rubki glavnogo pol'zovaniya / I.S. Melekhov. – M. : Lesn. pr-st', 1966. – 374 s.

4. Moiseev, N.A. Lesoustrojstvo v Rossii: istoricheskij analiz lesoustrojstva v Rossii i koncepciya ego vozrozhdeniya v usloviyah rynochnoj ekonomiki : monogr. / N.A. Moiseev, A.G. Tret'yakov, R.F. Trejfel'd. – M. : MGUL, 2014. – 268 s.

5. Pobedinskij, A.V. Rubki glavnogo pol'zovaniya : 3-e izd. / A.V. Pobedinskij. M. : Lesn. prom-st', 1980. – 192 s.

6. Teoriya i praktika lesoustrojstva i lesopol'zovaniya : mater. mezhdunar. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya akad. N.P. Anuchina (Moskva, 29 aprelya 2003). – M. : VNIILM, 2003. – 251 s.

7. Tkachenko, M.E. Obshchee lesovodstvo / M.E. Tkachenko. – M.-L., 1955. – 596 s.

8. Majorov, I.G. Ekonomicheskaya dostupnost' lesnyh resursov i transportnaya do-stupnost' / I.G. Majorov, A.G. Tret'yakov // Ekonomika i upravlenie. – 2014. – № 10(119). – S. 24–28.

9. Mohirev, A.P. Maksimum zapasov – minimum effekta? Dostupnost' lesnyh resur-sov Rossii s tochki zreniya faktornogo analiza / A.P. Mohirev, M.O. Pozdnyakova // Sovre-mennye nauchnye issledovaniya i razrabotki. – 2016. – № 6. – S. 389–393.

10. Henningsson, M. Optimization models for forest road upgrade planning / Ma-thias Henningsson, Jenny Karlsson, Mikael Rönnqvist // Journal of Mathematical Modelling and Al-gorithms. – 2007. – Vol. 6. – R. 3–23. DOI https://doi.org/10.1007/s10852-006-9047-0

11. Petkovic, V. Planning forest road network in natural forest areas: a case study in Northern Bosnia and Herzegovina / Vladimir Petkovic, Igor Potocnik // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2018. – Vol 39(1). – R. 45–56. DOI https://doaj.org/article/0693a53acd2f457198cfb7f58bec6bcf.

12. Ocenka dostupnosti lesnyh resursov s ispol'zovaniem sovremennyh metodik na baze geograficheskih informacionno-analiticheskih sistem / A.P. Mohirev, M.O. Pozd-nyakova, S.YU. Rezinkin, V.O. Mammatov // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2017. – № 4. – S. 109–122. DOI: 10.12737/article_5a3cf0de38c188.71430470.

13. Poje, A. Factors affecting harvesting intensity in small-scale private forests in Slove-nia / Anton Poje, Špela Pezdevšek Malovrh, Janez Krč // Small-scale Forestry. – 2016. – Vol. 15. – R. 73–91. DOI https://doi.org/10.1007/s11842-015-9309-7

14. Mohirev, A.P. Obrazovanie termina «transportnaya dostupnost'» i puti ee povysheniya / A.P. Mohirev, O.N. Smolina // Lesnoj i himicheskij kompleksy – problemy i resheniya : sb. tr. konf. – Krasnoyarsk, 2017 – S. 241–245.

15. Bone, S. Evaluating spatio-temporal complexities of forest management: an integrat-ed agent-based modeling and gis approach / Christopher Bone, Suzana Dragićević // Environmental Modeling & Assessment. – 2009. – Vol.14. – P. 481–496. DOI https://doi.org/10.1007/s10666-008-9151-9.

16. Widayati, A. Accessibility factors and conservation forest designation affecting rat-tan cane harvesting in lambusango forest, Buton, Indonesia / Atiek Widayati, Samantha Jones, Bruce Carlisle // Human Ecology. – 2010. – Vol. 38. – R. 731–746. DOI https://doi.org/10.1007/s10745-010-9358-7

17. Mapping the optimal forest road network based on the multicriteria evaluation technique: the case study of Mediterranean Island of Thassos in Greece / Stergios Tampekis, Stavros Sakellariou, Fani Samara, Athanassios Sfougaris, Dirk Jaeger, Olga Christopoulou // Environmental Monitoring and Assessment. – 2015. – Vol. 187. – Article number: 687. DOI https://doi.org/10.1007/s10661-015-4876-9

18. Tibor, R. Analysis of an existing forest road network / Pentek Tibor, Picman Dragu-tin, Potocnik Igor, Dvorscak Pavol, Nevecerel Hrvoje // Croatian Journal of Forest Engineering. – June 2005. – Vol. 26(1). – P. 40–50. DOI https://doaj.org/article/f88b4d1972834cd69f283dceb77f246c

19. Eugen, I. Planning forest accessibility with a low ecological impact / Iordache Eugen, Niţă Mihai-Daniel, Clinciu Loan // Croatian Journal of Forest Engineering. – 2012. – Vol. 33. – Issue 1. – P.143–148. DOI https://doaj.org/article/92889f658dd5475bbb775b65b7797b8e

20. Zheldak, V.I. Sistemy lesovodstvennyh meropriyatij dlya modelej raznogo rezhima soderzhaniya lesov i lesopol'zovaniya / V.I. Zheldak // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2017. – T. 8. – № 4 (28). – S. 55–71. – DOI: 10.12737/article_5a3d06d31ae0e6.52542708.

21. Dudek, T. Recreational potential as an indicator of accessibility control in protected mountain forest areas / Tomasz Dudek // Journal of Mountain Science. – 2017. – Vol. 14. – R. 1419–1427. – DOI https://doi.org/10.1007/s11629-016-4018-z.