

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2021. № 4(65). С. 131–139.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2021;4(65):131–139.

Научная статья

УДК 630.6

doi: 10.34655/bgsha.2021.65.4.018

## ПРОГНОЗНЫЕ РАСЧЕТЫ ОБЪЕМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МОДЕЛИ Н.П. ЧУПРОВА

**А.С. Ильинцев<sup>1,2</sup>, С.В. Третьяков<sup>1,2</sup>, Д.П. Дрожжин<sup>1</sup>, С.В. Коптев<sup>1,2</sup>,  
И.Г. Шамонтьев<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

<sup>3</sup>Архангельский филиал ФГБУ «Рослесинфорг», Архангельск, Россия

a.ilintsev@narfu.ru

s.v.tretyakov@narfu.ru

drozhin1@yandex.ru

s.koptev@narfu.ru

befsnap@gmail.com

**Аннотация.** Прогнозирование различных сценариев использования и воспроизводства лесных ресурсов необходимо для организации рационального, интенсивного и неистощительного использования лесных ресурсов региона. Цель исследования – получение научно обоснованных параметров использования лесов на долгосрочную перспективу для лесничеств Архангельской области. Для решения поставленной цели использовали Модель Н.П. Чупрова, которая учитывает естественные процессы смены пород. Исходными данными являются таксационные повидельные базы данных насаждений основных лесообразующих пород по лесничествам Архангельской области. В Модели Н.П. Чупрова проведены многофакторные прогнозные расчеты для 26 лесничеств Архангельской области, которые позволяют оценить потенциальную возможность наращивания в будущем объемов использования лесов и развития предприятий лесопромышленного комплекса на базе этих ресурсов. Результаты показывают, что наблюдается стабильность объемов использования лесов по хвойному хозяйству с учетом смены пород и выполнения на современном уровне всего комплекса лесохозяйственных мероприятий. В большинстве лесничеств расчетная лесосека ниже официальных принятых объемов, почти совпадает или незначительно отличается в Березниковском, Емецком, Няндомском, Обозерском, Пинежском, Пуксоозерском, значительно превышает на начальном или конечном этапе моделирования в Архангельском, Лешуконском, Онежском, Сурском и Холмогорском. При переходе на интенсивную модель ведения лесного хозяйства объемы заготовки древесины в эксплуатационных лесах Архангельской области возможны в объемах, необходимых для стабильной работы предприятий лесного комплекса. Учитывая смену пород, можно ожидать увеличение доли древесины мягколиственных пород.

**Ключевые слова:** фактическая заготовка древесины, расчетная лесосека, FSC (Forest Stewardship Council), динамика лесного фонда.

**Благодарности:** Исследование выполнено в рамках государственного задания Рослесхоза в ФБУ «СевНИИЛХ» (АААА-А20-120013090052-5).

Original article

## FORECAST OF THE VOLUME OF FOREST USE IN THE ARKHANGELSK REGION BASED ON THE CHUPROV N. P. MODEL

Aleksey S. Ilintsev<sup>1,2</sup>, Sergey V. Tretyakov<sup>1,2</sup>, Dmitrij P. Drozhzhin<sup>1</sup>, Sergey V. Koptev<sup>1,2</sup>,  
Ivan G. Shamontev<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

<sup>3</sup>Arkhangelsk branch of Roslesinforg, Arkhangelsk, Russia

a.ilintsev@narfu.ru

s.v.tretyakov@narfu.ru

drozhin1@yandex.ru

s.koptev@narfu.ru

befsnap@gmail.com

**Abstract.** *It is necessary to predict various scenarios for the use and reproduction of forest resources for efficient and intensive use of forests. The purpose of the study is to obtain scientifically-based parameters of forest use for the long-term perspective for the forest districts of the Arkhangelsk region. To solve this goal, we used the Model of N. P. Chuprov, which takes into account the natural processes of changing tree species. The initial data are the taxational data bases of the stands of the main species for the forest areas of the Arkhangelsk region. In the Model of N. P. Chuprov, we conducted multifactorial forecast calculations for 26 forest districts of the Arkhangelsk region, which allow us to assess the potential possibility of increasing the volume of forest use in the future and the development of enterprises of the timber industry on the basis of these resources. The results show that there is a stability in the volume of forest use for coniferous trees, taking into account the change of tree species and the implementation of the entire complex of forestry measures at the modern level. In most forest areas, the estimated annual allowable cut is lower than the official accepted volumes, almost identical or slightly different in Bereznikovsky, Yemetsky, Nyandomsky, Obozersky, Pinezhsky, Puksoozersky, significantly exceed at the initial or final stage of modeling in Arkhangelsk, Leshukonsky, Onega, Sursky and Kholmogorsky. The volumes of wood harvesting in the operational forests of the Arkhangelsk region are possible in the volumes necessary for the stable operation of the enterprises of the forest complex. This condition must be met when switching to an intensive forestry model. Taking into account the change of tree species, we can expect an increase in the share of soft-leaved wood.*

**Keywords:** *actual timber harvesting, annual allowable cut, FSC (Forest Stewardship Council), dynamics of the forest fund*

**Acknowledgments:** The study was carried out within the framework of the State assignment of the Federal Forestry Agency at Northern Research Institute of Forestry (AAAA-A20-120013090052-5).

**Введение.** Целью крупномасштабного моделирования является разработка сценариев развития лесопользования, которые учитывают сложившуюся структуру лесного фонда, потенциальную биологическую продуктивность насаждений в современных условиях, в ближайшем будущем и на перспективу, которая должна быть не менее оборота рубки или превышать его. Применяемые модели несколько упрощают реальные процессы лесовыращивания и лесопользования, одна-

ко позволяют учесть основные факторы, влияющие на развитие данных процессов. Необходимость долгосрочного моделирования процессов использования лесов связана с потребностями лесного комплекса в древесине, факторами хода роста древостоев, экологическими, накладывающимися ограничения на лесопользование на определенном участке или в регионе в целом, а также экономическими и социально-политическими факторами устойчивого управления лесами. Проведе-

ние крупномасштабного моделирования направлено на организацию непрерывного, рационального и неистощительного лесопользования в пределах определенного субъекта Российской Федерации [1-4].

При проведении расчетов используются различные отечественные и зарубежные модели [5-11]. Наиболее распространенным применением моделей на уровне лесных участков является оказание технической поддержки в установлении ежегодных допустимых объемов изъятия лесных ресурсов по хозяйственным секциям и видам рубок [12]. Новый стандарт добровольной лесной сертификации по схеме FSC аналогично требует от сертифицированных лесопользователей рассчитывать расчетную лесосеку по хозяйствам, защитным и эксплуатационным лесам, сплошным и выборочным рубкам на период не меньше, чем возраст рубки (индикатор 5.2.4)<sup>1</sup>. Данная система сертификации является особенно инновационным примером добровольного негосударственного рыночного механизма управления [13].

В целях создания условий для обеспечения интенсивного ведения лесного хозяйства и рубки леса при сохранении экологических функций и биологического разнообразия лесных экосистем, а также повышения эффективности контроля за лесовозобновлением в таежной зоне европейской части Российской Федерации необходимо прогнозировать различные сценарии использования и воспроизводства лесных ресурсов.

По данным лесного плана Архангельской области рубка спелых и перестойных насаждений является основным источником обеспечения древесиной лесопромышленного комплекса. Расчетная лесосека в 2018 г. несколько увеличилась и составляет 23,6 млн м<sup>3</sup>. Расчетная лесосека по рубкам ухода за лесом планируется практически без изменений (1,8 млн м<sup>3</sup>). Общая планируемая заготовка древесины в Архангельской области на 10-й год реализации Лесного плана составит 17,5 млн м<sup>3</sup>, из них 8,3 млн м<sup>3</sup> по Двинско-Вычегодскому лесному району. Уровень использования расчетной лесосеки в целом по лесному фонду области составит 68,7 %, по Двинско-Вычегодскому лесному району – 60,5 %<sup>2,3</sup>.

**Цель исследования** – получение научно обоснованных параметров использования лесов на долгосрочную перспективу для лесничеств Архангельской области и с учетом выполнения всего объема лесохозяйственных мероприятий.

**Задачи исследования:** 1) подготовка материалов для выполнения прогнозных расчетов объемов использования лесов на 100 лет по лесничествам Архангельской области; 2) выполнение прогнозных расчетов объемов использования лесов на 100 лет по лесничествам Архангельской области по Модели Н.П. Чупрова с учетом выполнения всего объема лесохозяйственных мероприятий.

**Объекты и методы исследования.** Исходными данными для проведения работ являются таксационные повидельные базы данных по лесничествам Архангельской области насаждений основных лесобразующих хвойных пород: сосны и ели и лиственных – березы и осины (табл. 1).

В 2020 году собраны данные и подготовлены расчеты по 26 лесничествам Архангельской области. Общее количество таксационных выделов 652160 шт. Леса Мезенского лесничества и Верхне-Золотицкое участковое лесничество Архангельской области отнесены к притунд-

сека в 2018 г. несколько увеличилась и составляет 23,6 млн м<sup>3</sup>. Расчетная лесосека по рубкам ухода за лесом планируется практически без изменений (1,8 млн м<sup>3</sup>). Общая планируемая заготовка древесины в Архангельской области на 10-й год реализации Лесного плана составит 17,5 млн м<sup>3</sup>, из них 8,3 млн м<sup>3</sup> по Двинско-Вычегодскому лесному району. Уровень использования расчетной лесосеки в целом по лесному фонду области составит 68,7 %, по Двинско-Вычегодскому лесному району – 60,5 %<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup> Национальный стандарт лесопользования FSC для Российской Федерации. FSC-STD-RUS-02.1-2020 RU. URL: <https://ru.fsc.org/download-box.4045.htm> (дата обращения 15.03.2021)

<sup>2</sup> Лесной план Архангельской области на 2011-2017 гг. URL: <https://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/cd8/LesPlan2011.pdf> (дата обращения 24.07.2021 г.)

<sup>3</sup> Лесной план Архангельской области на 2018-2027 гг. [Электронный ресурс]. URL: [https://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/ecf/LesPlan\\_Ukaz\\_116-y\\_ot\\_%2014\\_12\\_2018.pdf](https://portal.dvinaland.ru/upload/iblock/ecf/LesPlan_Ukaz_116-y_ot_%2014_12_2018.pdf) (дата обращения 24.07.2021 г.)

**Таблица 1** – Объем материалов для выполнения расчетов по лесничествам  
Архангельской области

№	Лесничество	Количество выделов, шт.
1	Архангельское	36377
2	Березниковское	25859
3	Вельское	34108
4	Верхнетоемское	20992
5	Вилегодское	14390
6	Выйское	17491
7	Емецкое	18455
8	Каргопольское	27644
9	Карпогорское	21331
10	Коношское	29091
11	Котласское	23110
12	Красноборское	18901
13	Лешуконское	33326
14	Мезенское	52592
15	Няндомское	22265
16	Обозерское	19202
17	Онежское	41291
18	Пинежское	15883
19	Плесецкое	11747
20	Приозерное	20277
21	Пуксоозерское	8104
22	Северодвинское	14029
23	Сийское	1921
24	Соловецкое	5031
25	Сурское	12479
26	Устьянское	35842
27	Холмогорское	19284
28	Шенкурское	29685
29	Яренское	21453
<b>Всего по субъекту</b>		<b>652160</b>

ровым лесам, а также леса Соловецкого и Сийского лесничеств, где промышленная заготовка древесины не ведется, в расчет не принимались.

В качестве расчетных были приняты объемы лесохозяйственных мероприятий (ЛХМ), предусмотренные лесохозяйственными регламентами лесничеств. Данные по интенсивности смены пород получены из материалов, опубликованных по результатам специальных исследований, проведенных Архангельским филиалом ФГБУ «Рослесинфорг» (ранее Архангельской лесоустроительной экспедицией).

При исследовании в Архангельской области применили многовариантную модель Н.П. Чупрова, которая учитывает естественные процессы смены пород. Смена пород, которая происходит в ре-

зультате длительной промышленной эксплуатации лесов, обычно не учитывается в официальных расчетах и не отражает реальное состояние лесного фонда и влияет на перспективы лесопользования в будущем [14].

Программное обеспечение для расчета объемов использования лесов разработано в ФБУ «СевНИИЛХ» (бывш. АИЛиЛХ) [5, 6].

Для отечественных прогнозных расчетов процессов лесопользования шаг моделирования в 10 лет является оптимальным, так как он отражает реальный параметр планирования, заложенный в лесохозяйственных регламентах лесничеств и Лесных планах субъектов Российской Федерации.

При проведении прогнозных расчетов

приоритет остается за хвойным хозяйством, так как в прошлом, настоящем и будущем наиболее ценными считаются хвойные сортименты и получаемые из них пиломатериалы. При выборе оптимального варианта является обеспечение стабильности объемов лесопользования по хвойному хозяйству.

В качестве вариантов прогнозных расчетов применяются как рекомендованные действующими нормативными документами лесосеки (1-я, 2-я возрастные, равномерного пользования и др.)<sup>4</sup>, так и лесосеки, предложенные другими

источниками. Расчет выполняется на длительную перспективу с целью определения возможного неистощительного объема использования лесов данной хозяйственной секции.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные результаты прогнозных расчетов по Модели Н.П. Чупрова показывают в целом стабильность объемов использования лесов по хвойному хозяйству с учетом смены пород и выполнения на современном уровне всего комплекса лесохозяйственных мероприятий (рис. 1).

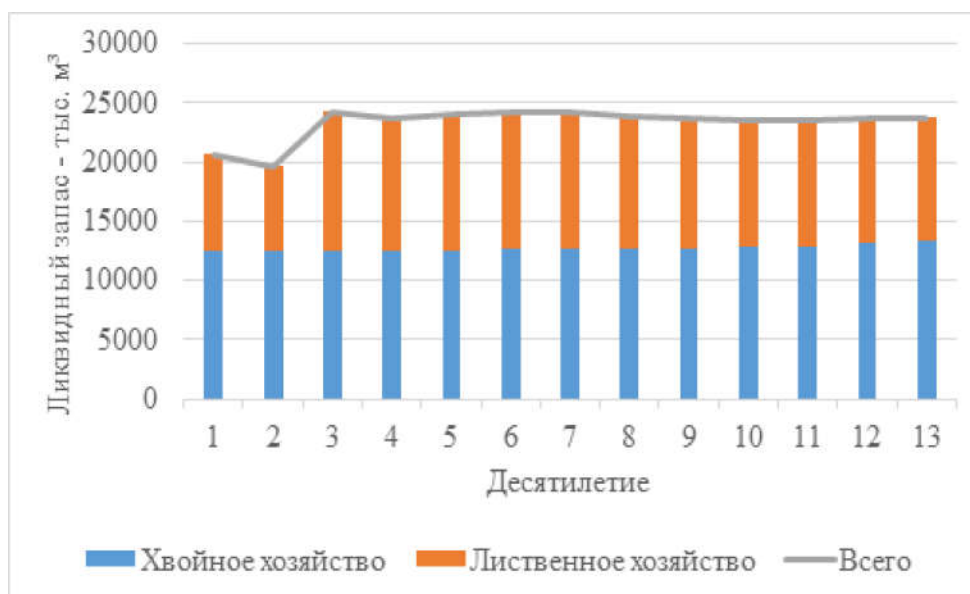


Рисунок 1. Лесосека неубывающего пользования лесом по Архангельской области

На рисунке 1 приведено непрерывное неубывающее использование лесов по хвойному хозяйству Архангельской области при условии выполнения всего комплекса лесохозяйственных мероприятий. Выполнение всего комплекса запланированных лесохозяйственных мероприятий позволяет снизить риски смены пород с учетом смены хвойных пород на лиственные и обеспечить непрерывность использования хвойных лесов в течение всего оборота рубки. При превышении в отдельные десятилетия указанных объемов рубок приведет к снижению объемов заготовки в другие периоды из-за дефи-

цита спелых хвойных лесов.

Сравнение расчетной лесосеки по Модели Н.П. Чупрова с действующей в Архангельской области расчетной лесосекой по лесничествам приведено в таблице 2.

Приведенные в таблице 2 результаты моделирования показывают, что в отдельных случаях они ниже официально утвержденных (Вельское, Верхнетоемское, Вилегодское, Выйкое, Карпогорское, Коношское, Котласское, Красноборское, Плесецкое, Приозерное, Северодвинское, Устьянское, Шенкурское, Яренское), почти совпадают или незначительно отличаются (Березниковское, Емецкое, Нян-

<sup>4</sup> Об утверждении Порядка исчисления расчетной лесосеки: утв. Приказом Рослесхоза от 27.05.2011 года N 191. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902283266> (дата обращения 15.03.2021)

**Таблица 2** – Сравнение расчетной лесосеки по Модели Н.П. Чупрова с расчетной лесосекой по лесничествам, приведенной в лесных планах Архангельской области

Лесничество	Расчетная лесосека, тыс. м <sup>3</sup>			
	Лесной план 2008-2017 гг.	Лесной план 2018-2027 гг.	по Модели Н.П. Чупрова	
			начало расчетного периода на 2020-2030 гг.	конец расчетного периода на 2140-2150 гг.
Архангельское	169,5	169,5	409,6	585,3
Березниковское	1023,3	1247,3	1172,9	1161,2
Вельское	1135,7	1144,2	861,0	885,1
Верхнетоемское	1113,4	1245,0	942,2	870,8
Вилегодское	875,2	907,88	351	452,3
Выйское	1085,5	1096,95	856,2	1516,4
Емецкое	446,2	552,91	469,4	582,3
Каргопольское	1202,6	1229,3	415,6	411,1
Карпогорское	822,2	1095,8	780,4	1203,1
Коношское	1285,7	1379,54	1090,7	869,5
Котласское	666,6	827,5	594,6	466,7
Красноборское	1025,9	1044,74	839,7	785,7
Лешуконское	1703,3	2664,2	2131,0	3263,6
Мезенское	126,6	126,2	-	-
Няндомское	865,2	900,5	940,1	696,6
Обозерское	408,9	424,5	518,0	528,3
Онежское	925,4	960,5	1332,6	1697,4
Пинежское	524,5	606,1	626,0	954,9
Плесецкое	375,3	417,75	370,6	299,2
Приозерное	1251,0	1494,2	668,8	797,8
Пуксоозерское	316,6	331,7	397,8	254,9
Северодвинское	450,6	457,2	484,2	744,4
Сийский лесопарк	-	0,37	-	-
Соловецкое	-	2,6	-	-
Сурское	679,2	696,3	760,9	1162,1
Устьянское	1532,2	1543,23	887,5	810,1
Холмогорское	484,6	491,37	628,9	830,1
Шенкурское	1117,3	1133,62	1024,4	915,5
Яренское	1133,5	1308,2	1064,9	967,5
<b>Всего по субъекту</b>	<b>22746</b>	<b>25499,6</b>	<b>20619</b>	<b>23711,9</b>

домское, Обозерское, Пинежское, Пуксоозерское), значительно превышают на начальном или конечном этапе моделирования (Архангельское, Лешуконское, Онежское, Сурское, Холмогорское).

При переходе на интенсивную модель ведения лесного хозяйства (использования, воспроизводства, охраны и защиты леса) объемы заготовки древесины в эксплуатационных лесах Архангельской области могут стабильно обеспечивать потребности предприятий лесного комплекса.

При установлении расчетной лесосеки учитывается множество факторов. Установленная в Лесном плане Архангельской области расчетная лесосека в принципе рассчитана на срок действия (10 лет)

и затем должна пересматриваться. Сложившаяся в настоящее время ситуация с использованием лесных ресурсов в объемах в два раза ниже расчетной лесосеки способствует более плавному переходу к равномерному распределению площади хвойных насаждений по классам возраста и выравниванию возрастной структуры. В современном распределении хвойных лесов по классам возраста преобладают, с одной стороны, молодые, а с другой стороны – спелые и перестойные насаждения, при дефиците приспевающих. Снижение возраста спелости для высокопродуктивных насаждений на определенное время позволит стабилизировать недостаток спелых насаждений за счет руб-

ки, достигающих возраста спелости в 81 год. Еще большее значение для стабилизации возрастной структуры могло дать применение выборочных рубок в высокопродуктивных сосновых (реже) еловых насаждениях, достигающих возраста спелости в 81 год. Это позволит за счет выращивания до размеров пиловочника остающегося тонкомера и крупного подроста сократить оборот рубки до 30 – 40 лет.

Проведение прогнозных многовариантных расчетов на длительную перспективу (на оборот рубки 100-140 лет) направлено на решение такой важной проблемы, как неистощительное рациональное лесопользование и его влияние на состояние лесного фонда в перспективе при разных вариантах лесозэксплуатации. Методические подходы при расчетах лесопользования, заложенные в официальных методиках расчетов пользования, не учитывают процессов изменений, происходящих в лесном фонде (смена пород, выполнение полного комплекса лесохозяйственных мероприятий).

Учитывая смену пород, можно ожидать при интенсификации процессов заготовки увеличение в расчетной лесосеке доли древесины мягколиственных пород.

Для обеспечения постоянства использования лесов и хвойного хозяйства, в первую очередь, необходимо основываться на принципах неумещающегося лесопользования в течение, как минимум, оборота рубки. Это возможно только при условии гарантированного восстановления площади хвойных лесов [15, 16].

**Выводы.** 1. Применение в расчетах типовых формул для расчета лесосек 1-й и 2-й возрастной групп нецелесообразно для условий Архангельской области, так как расчеты по ним проводят на короткий срок и не позволяют проследить динамику за оборот рубки, невозможно учесть влияние пожаров и смену пород, в результате чего расчетные лесосеки оказываются нереальными, в них не учитывается период лесовосстановления, в результате чего срок восстановления лесов сокращается, а объем использования, соответственно, завышается.

2. Размер неистощительного использования лесов можно установить только по специальным многовариантным программам-моделям с учетом многих факторов,

в том числе смены пород. Оптимальным следует считать вариант, обеспечивающий неумещающийся объем по хвойному хозяйству и потребности производства.

3. Выполненные по Модели Н.П. Чупрова расчеты показывают, что наиболее перспективным для условий Архангельской области является вариант, который обеспечивает неумещающееся лесопользование по хвойному хозяйству в условиях смены пород при условии выполнения лесохозяйственных мероприятий в современных объемах. Для стабилизации объемов использования лесов по хвойному хозяйству в будущем следует переходить к интенсивной модели ведения лесного хозяйства.

4. Проведенные многофакторные прогнозные расчеты для лесничеств Архангельской области позволяют оценить потенциальную возможность наращивания в будущем объемов использования лесов и развития предприятий лесопромышленного комплекса на базе этих ресурсов.

5. В требованиях по организации лесопользования в рамках добровольной лесной сертификации (FSC) для подтверждения стабильности работы лесозаготовительного предприятия должны быть выполнены долгосрочные расчеты и доказана неистощительность использования лесных ресурсов.

#### Список источников

1. Леса Ленинградской области: современное состояние и пути их возможного развития: учеб. пособие / А.В. Любимов, М.М. Кудряшев, Г.Я. Набуурс, Р. Пяйвинен, С.В. Тетюхин, К. Куусела. Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 1998. 84 с.

2. Перспективные сценарии развития лесов Ленинградской и Архангельской областей // А. Пуссинен, Г.Я. Набуурс, А.В. Любимов, С.В. Коптев, С.В. Третьяков. Хельсинки : АО Индуфор, тип. АО Френкеллин Карьялайно, 2000. С. 9-10.

3. Крупномасштабное долгосрочное моделирование лесопользования в Архангельской области / С.В. Третьяков, С.В. Коптев, Д.В. Трубин, Р. Пяйвинен, А. Пуссинен // Поморье в Баренц регионе. Экономика, экология, культура: материалы международной конференции. Архангельск : Институт Экологических проблем Севера Уро РАН, 2000. С. 230-234.

4. Динамика и перспективы лесопользо-

вания в Архангельской области / Д.В. Трубин, С.В. Третьяков, С.В. Коптев, Р. Пяйвинен, А. Пуссинен. Архангельск : Издательство АГТУ, 2000. 96 с.

5. Чупров Н.П., Антуфьева Е.Д. Динамическая модель для многовариантных прогнозных расчетов неистощительного пользования лесом и определения уровня ведения лесного хозяйства. Архангельск, 2001. 33 с.

6. Чупров Н.П., Антуфьева Е.Д. Методическое пособие для многовариантных расчетов неистощительного пользования лесом. Архангельск, 1991. 30 с.

7. Gustafson E.J., Shifley S.R., Mladenoff D.J., Nimerfro K.K., He H.S. Spatial simulation of forest succession and timber harvesting using LANDIS // Canadian Journal of Forest Research. 2000. Vol. 30. Pp. 32-43.

8. Nelson J.D., Brodie J.D. Comparison of a random search algorithm and mixed integer programming for solving area-based forest plans // Canadian Journal of Forest Research. 1990. Vol. 20. Pp. 934-942.

9. Shifley S.R., Thompson F.R., Dijak W.D., Fan Z. Forecasting landscape-scale, cumulative effects of forest management on vegetation and wildlife habitat: A case study of issues, limitations, and opportunities // Forest Ecology and Management. 2008. Vol. 254. Pp. 474-483.

10. Verkerk P., Fitzgerald J., Datta P., Dees M., Hengeveld G.M., Lindner M., Zudin S. Spatial distribution of the potential forest biomass availability in Europe // Forest Ecosystems. 2019. Vol. 6. No 5. Pp. 1-11.

11. Biodiversity and climate-regulating functions of forests: current issues and research prospects / N.V. Lukina, A.P. Geraskina, A.V. Gornov, N.E. Shevchenko, A.V. Kuprin, T.I. Chernov, S.I. Chumachenko, V.N. Shanin, A.I. Kuznetsova, D.N. Tebenkova, M.V. Gornova // Forest Science Issues. 2021. Vol. 3, No 4. Pp. 1-60.

12. Forestry handbook for British Columbia. Part 1 / Editors, Susan B. Watts, Lynne Tolland. 5th ed. University of British Columbia: Forestry Undergraduate Society, 2013. P. 471.

13. Debkov N. State of forest management certification in Russia by the end of 2016 // Forestry Ideas. 2019. Vol. 25. No 1. Pp. 20-36.

14. Чупров Н.П., Дрожжин Д.П., Дранникова В.А., Тимиргалеев Р.З. К обоснованию размера неистощительного пользования лесом в Архангельской области // Сборник научных трудов по итогам НИР за 2005-2009 гг. ФГУ «СевНИИЛХ». Архангельск, 2011. С. 156-177.

15. Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. Москва : Лесная промышлен-

ность, 1982. 552 с.

16. Моисеев Н.А. Состояние и прогнозы использования лесов и развития лесного хозяйства в многолесных районах СССР // Вопросы экономики использования и воспроизводства лесных ресурсов на европейском Севере. Архангельск, 1975. С. 3-9.

## References

1. Lyubimov A.V., Kudryashev M.M., Nabuurs G.YA., Pyajvinen R., Tetyuhin S.V., Kuusela K. *Lesnaya Leningradskoy oblasti: sovremennoye sostoyaniye i puti ikh vozmozhnogo razvitiya: ucheb. posobiye* [Forests of the Leningrad region: the current state and ways of their possible development: training manual]. Saint-Petersburg. SPbGLTA Publ., 1998. 84 p. (In Russ.).

2. Pussinen A., Nabuurs G.YA., Lyubimov A.V., Koptev S.V., Tretyakov S.V. Promising scenarios for the development of forests in the Leningrad and Arkhangelsk regions. Helsinki. JSC Indufor, type. JSC Frenkelin Karjalaino, 2000. Pp. 9-10 (In Russ.).

3. Tretyakov S.V., Koptev S.V., Trubin D.V., Pyajvinen R., Pussinen A. *Krupnomasshtabnoye dolgosrochnoye modelirovaniye lesopolzovaniya v Arkhangelskoy oblasti* [Large-scale long-term modeling of forest management in the Arkhangelsk region]. *Proc. of Int. Conf. "Pomorie in the Barents region. Economics, ecology, culture"*. Arkhangelsk, 2000. Pp. 230-234 (In Russ.).

4. Trubin D.V., Tretyakov S.V., Koptev S.V., Pyajvinen R., Pussinen A. *Dinamika i perspektivy lesopolzovaniya v Arkhangel'skoy oblasti*. [Dynamics and prospects of forest management in the Arkhangelsk region]. Arkhangelsk. AGTU Publ., 2000. 96 p. (In Russ.).

5. Chuprov N.P., Antufyeva E.D. *Dinamicheskaya model dlya mnogovariantnykh prognoznykh raschetov neistoshchitel'nogo polzovaniya lesom i opredeleniya urovnya vedeniya lesnogo khozyaystva* [Dynamic model for multivariate predictive calculations of sustainable forest use and determination of the level of forest management]. Arkhangelsk, 2001. 33 p. (In Russ.).

6. Chuprov N.P., Antufyeva E.D. *Metodicheskoye posobiye dlya mnogovariantnykh raschetov neistoshchitel'nogo polzovaniya lesom*. [Methodological guide for multivariate calculations of sustainable forest use]. Arkhangelsk, 1991. 30 p. (In Russ.).

7. Gustafson E.J., Shifley S.R., Mladenoff



D.J., Nimerfro K.K., He H.S. Spatial simulation of forest succession and timber harvesting using LANDIS. *Canadian Journal of Forest Research*. 2000;30:32-43.

8. Nelson J.D., Brodie J.D. Comparison of a random search algorithm and mixed integer programming for solving area-based forest plans. *Canadian Journal of Forest Research*. 1990;20:934-942.

9. Shifley S.R., Thompson F.R., Dijak W.D., Fan Z. Forecasting landscape-scale, cumulative effects of forest management on vegetation and wildlife habitat: A case study of issues, limitations, and opportunities. *Forest Ecology and Management*. 2008;254:474-483.

10. Verkerk P., Fitzgerald J., Datta P., Dees M., Hengeveld G.M., Lindner M., Zudin S. Spatial distribution of the potential forest biomass availability in Europe. *Forest Ecosystems*. 2019;6(5):1-11.

11. Lukina N.V., Geraskina A.P., Gornov A.V., Shevchenko N.E., Kuprin A.V., Chernov T.I., Chumachenko S.I., Shanin V.N., Kuznetsova A.I., Tebenkova D.N., Gornova M.V. Biodiversity and climate-regulating functions of forests: current issues and research prospects. *Forest Science Issues*. 2021;3(4):1-60.

12. Forestry handbook for British Columbia.

Part 1. Ed. by Susan B. Watts, Lynne Tolland. 5th ed. University of British Columbia. Forestry Undergraduate Society, 2013. 471 p.

13. Debkov N. State of forest management certification in Russia by the end of 2016. *Forestry Ideas*. 2019;25(1):20-36.

14. Chuprov N.P., Drozhzhin D.P., Drannikova V.A., Timirgaleev R.Z. *K obosnovaniyu razmera neistoshchitel'nogo polzovaniya lesom v Arkhangel'skoy oblasti* [To substantiate the size of sustainable forest use in the Arkhangel'sk region]. *Coll. of Sci. papers on the research results of the FSI "SevNIILH" for 2005-2009*. Arkhangel'sk, 2011. Pp. 156-177 (In Russ.).

15. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya: uchebnyk dlya vuzov* [Forest mensuration: textbook for universities]. Moscow. Lesnaya promyshlennost Publ., 1982. 552 p. (In Russ.).

16. Moiseev N.A. *Sostoyaniye i prognozy ispolzovaniya lesov i razvitiya lesnogo khozyaystva v mnogolesnykh rayonakh SSSR* [State and forecasts of forest use and development of forestry in multi-forest areas of the USSR]. *Issues of the economy of the use and reproduction of forest resources in the European North*. Arkhangel'sk. 1975. Pp. 3-9 (In Russ.).

#### Информация об авторах

**Алексей Сергеевич Ильинцев** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; доцент кафедры лесоводства и лесоустройства;

**Сергей Васильевич Третьяков** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; профессор, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства;

**Дмитрий Петрович Дрожжин** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

**Сергей Викторович Коптев** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; доцент, заведующий кафедрой лесоводства и лесоустройства;

**Шамонтьев Иван Георгиевич**, инженер-исследователь; аспирант кафедры лесоводства и лесоустройства; инженер-таксатор 2-й категории.

#### Information about the authors

**Aleksey S. Iilintsev**, Candidate of Science (Agriculture), Senior Researcher; Associate Professor;

**Sergey V. Tretyakov**, Doctor of Science (Agriculture), Leading Researcher; Professor, Professor at the Silviculture and Forest Management Chair;

**Dmitrij P. Drozhzhin**, Candidate of Science (Agriculture), Senior Researcher;

**Sergey V. Koptev**, Doctor of Science (Agriculture), Leading Researcher; Associate Professor, Head at the Silviculture and Forest Management Chair;

**Ivan G. Shamontev**, Research engineer; Post-graduate student at the Silviculture and Forest Management Chair; 2st category forest assessment engineer.

Статья поступила в редакцию 09.08.2021; одобрена после рецензирования 23.09.2021; принята к публикации 12.10.2021.

The article was submitted 09.08.2021; approved after reviewing 23.09.2021; accepted for publication 12.10.2021.