

УДК 630*562

В. П. Машковский, П. В. Севрук

Белорусский государственный технологический университет

**СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНОВ РУБОК ЛЕСА
НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ СРЕДНЕГО ПРИРОСТА**

Разработаны справочные материалы для определения потерь от несвоевременного поступления ели в сплошную рубку главного пользования на основании динамики хозяйственной и технической спелости. Динамика анализируемых спелостей ели получена по данным таксации древостоев на пробных площадях. С целью более эффективного практического применения дополнительно были разработаны две электронные таблицы (1 вариант – с учетом динамики стоимости среднего прироста древесины, 2 вариант – с учетом динамики среднего прироста целевых сортиментов) для автоматизации процесса планирования очередности рубки, проведения многовариантных расчетов и оценки планов рубок. Для обеспечения работоспособности программы по остальным породам по таблицам хода роста также определена динамика двух спелостей. Наша программа позволит усовершенствовать систему оптимизации планов рубок леса, рассчитать потери от несвоевременного поступления древостоев в сплошную рубку главного пользования и минимизировать их в пределах ревизионного периода. Она будет удобна для работников лесного хозяйства, так как позволяет автоматизировать процессы планирования и выводить на печать ведомости отвода по годам ревизионного периода. Выполнение поставленных задач согласуется с требованиями устойчивого управления лесами.

Ключевые слова: лесопользование, средний прирост, спелости леса, потери, материалы справочные, план рубки, автоматизация процесса планирования.

V. P. Mashkovsky, P. V. Sevruk

Belarusian State Technological University

**COMPILATION OF THE CUTTING PLAN
BASED ON OF ESTIMATION OF THE AVERAGE INCREASE**

Reference materials have been developed for determination of losses from late delivery of Spruce in the clear cutting based on the dynamics of technical and economic maturity. Dynamics of analyzed maturity of the Spruce received based on data of taxation of the stands on sample plots. For the purpose of more effective practical application, in addition, two electronic table (1 variant – based on dynamics of the cost of average increase of timber, 2 variant – based on dynamics of the average increase of leading assortments) developed for automation of the planning process priorities for cutting, multivariate calculations and evaluation of the cutting plans. To ensure the operability of the program for all species according to the growth table's dynamics of two maturity have been determined too. Our program will allow us to improve the system of optimization of cutting plan of forests; determine the losses from late delivery of stands in the clear cutting and minimize losses within the auditorial period (“*revizionnyy period*”). It will be convenient for forestry workers, because planning processes automated and print the list of delimitation for auditorial period. The fulfillment of the tasks is consistent with the requirements of sustainable forest management.

Key words: forest harvesting, average increase, forest maturity, losses, reference materials, cutting plan, automation of the planning process.

Введение. Лесоустройство является «системой инвентаризации лесного фонда, проектирования лесохозяйственных и иных мероприятий, направленных на охрану, защиту и воспроизводство лесов, рациональное (устойчивое) использование лесных ресурсов, сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и иных функций лесов, проведение единой научно-технической политики в лесном хозяйстве» (ст. 1 Лесного кодекса Республики Беларусь) [1]. Использование, охрана, защита и воспроизводство лесов должны осуществляться

с соблюдением принципа рационального (устойчивого) использования лесных ресурсов (ст. 8 Лесного кодекса Республики Беларусь) [1].

В системе лесоустройства проектированию главного пользования уделяется большое внимание, так как показатели главного пользования служат основанием для регулирования породной и возрастной структуры лесов, повышения их продуктивности, назначения лесовосстановительных и других лесохозяйственных мероприятий [2].

В процессе проектирования главного пользования проводят расчет ежегодного размера

главного пользования и составление плана рубки (ведомость таксационных выделов, запроектированных в рубку главного пользования, на ревизионный период). В ведомости дана общая характеристика древостоев, назначенных в рубку, распределение рубок по пятилетиям в разрезе лесничеств лесхоза.

Все древостои, находящиеся в ведомости рубок главного пользования, должны быть рублены в течение ревизионного периода. Кроме того, следует учесть требования постоянства и равномерности лесопользования, состояния насаждений.

Согласно «Правилам отпуска древесины на корню и ее заготовки в лесах Республики Беларусь» [3] в главное пользование в первую очередь назначаются недорубы прошлых лет; участки, определенные в расчистку; древостои для рубки в первый год ревизионного периода, согласованные с лесхозом, спелые древостои небольшой площади (менее 1 га) среди молодняков. Остальные древостои назначаются в рубку в зависимости от величины текущего прироста:

- поврежденные древостои;
- перестойные древостои;
- спелые древостои старейшего класса возраста;
- спелые древостои младшего класса возраста;
- припевающие древостои по мере их поспевания.

В рамках программы «Совершенствование правоприменения и управления в лесном секторе (ФЛЕГ) в странах Европейской политики добрососедства и в России» группа экспертов (Буй А. А., Машковский В. П., Минкевич С. И.) одним из предложений по совершенствованию системы учета древесины в нашей стране отмечали автоматизированную оптимизацию плана рубки на основании спелости леса с применением методов математического программирования [4].

Цель исследования – составление плана сплошной рубки леса с учетом динамики стоимости среднего прироста древесины (1-й вариант) и среднего прироста крупной и средней древесины (2-й вариант).

Основная часть. Максимальный эффект от лесовыращивания наблюдается в том случае, если древостой поступает в рубку в момент максимизации его среднего прироста. Отклонения в ту или иную сторону непременно приведут к потерям [5].

Средний прирост имеет большое практическое значение при организации лесопользования, поскольку он положен в основу определения многочисленных спелостей леса. В настоящее время действующие возраста рубки

эксплуатационных лесов установлены по технической спелости [2, 6, 7].

В нашем исследовании динамика хозяйственной и технической спелости для ели анализировалась по материалам закладки и таксации древостоев на 316 пробных площадях, в которых имеется еловый элемент леса в возрасте 40 лет и старше. Все пробные площади были сгруппированы по классам бонитетам. На базе I^a–II классов бонитета были сформированы две группы по полноте на пробной площади – 0,7 и менее; 0,8 и более.

Примеры уравнений динамики хозяйственной и технической спелости по группам экспериментального материала приведены на рисунке.

На основе целевой функции и ограничений, позволяющих минимизировать потери при несвоевременном поступлении древостоев в рубку (1), было разработано уравнение для определения потерь от несвоевременного поступления древостоев в рубку главного пользования (2) [5]:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n+1} X_{i,j} (Z_i^{\text{cp,max}} - \frac{V_{i,j}}{A_{i,j}}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $X_{i,j}$ – площадь i -того выдела, который будет вырублен в год j , га; $Z_i^{\text{cp,max}}$ – максимально возможное значение среднего изменения запаса древостоя или ведущих сортиментов в i -том выделе, м³/га; $V_{i,j}$ – запас древесины или отдельных целевых сортиментов в i -том выделе в j -том году, м³/га; $A_{i,j}$ – возраст древостоя в i -том выделе в j -том году, лет.

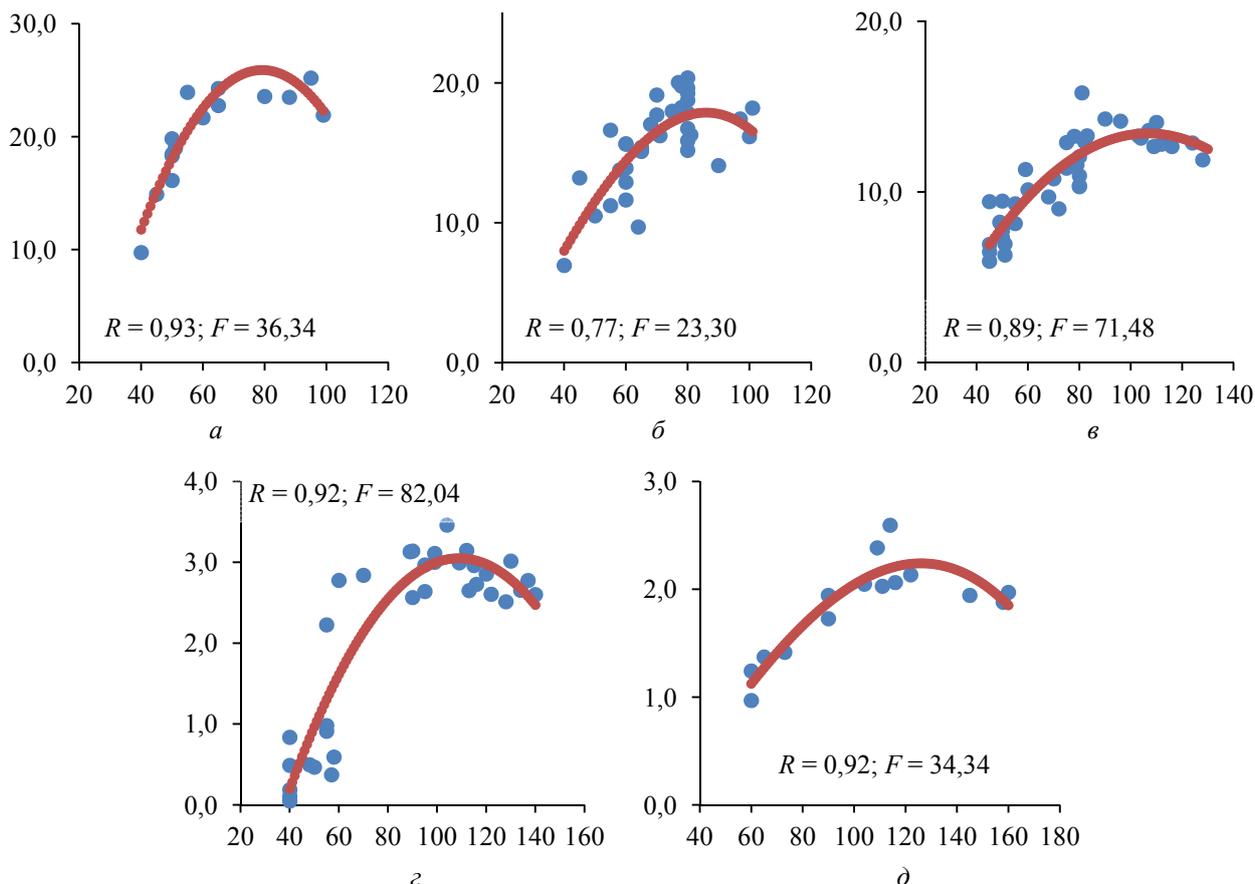
$$\Pi = S_p A_p (P^{\text{cp,max}} - P^{\text{cp},A_p}), \quad (2)$$

где S_p – площадь выдела, который вырубается при рубке; A_p – возраст рубки древостоя, лет; $P^{\text{cp,max}}$ – максимальный средний прирост, м³ (с учетом технической спелости) или руб. (с учетом хозяйственной спелости)/год·га; P^{cp,A_p} – средний прирост в возрасте рубки, м³ или руб./год·га.

С учетом динамики анализируемых приростов ели по группам экспериментального материала, коэффициента состава и полноты были рассчитаны потери от несвоевременного поступления ели в сплошную рубку главного пользования. Данные величины были сведены в справочные таблицы. Пример таблицы для оценки потерь в стоимости древесины приведен в таблице.

Их использование позволит определить величину потерь при назначении ели в рубку в том или ином возрасте с учетом бонитета, полноты и коэффициента состава в древостое.

Для более удобного практического применения в Microsoft Excel были составлены два варианта электронной таблицы.



Примеры динамики хозяйственной и технической спелости по разным группам экспериментального материала:

a – хозяйственная спелость I^a класса бонитета (полнота 0,7 и менее);

б – хозяйственная спелость I класс бонитета (полнота 0,7 и менее);

в – хозяйственная спелость II класс бонитета (полнота 0,8 и более);

г – техническая спелость III класса бонитета; *д* – техническая спелость IV класса бонитета

Кроме ели, в данных электронных таблицах по таблицам хода роста используется также динамика соответствующих средних приростов сосны, дуба, березы, ольхи черной и осины (наиболее представленных древесных видов в породном составе Республики Беларусь).

Общий порядок работы в программе следующий:

- копирование ведомости выделов, запроектированных в рубку главного пользования на ревизионный период;

- формирование списка выделов, запроектированных в сплошную рубку главного пользования, для расчета;

- расчет потерь на основе динамики спелости для каждого элемента леса в выделе по годам ревизионного периода;

- суммирование потерь по каждому элементу леса в пределах выдела. Годом оптимальной рубки считается год ревизионного периода с минимальной суммой потерь;

- планирование очередности назначения в рубку выделов;

- расчет общих потерь по годам ревизионного периода на основе площадей, запроектированных в рубку в соответствующий год;

- печать плана отвода лесосек на необходимый год ревизионного периода. Форма плана была взята из Правил по отводу и таксации лесосек, 2006 г.

Кроме того, в программе отслеживается следующая ситуация: суммы вырубаемой площади по годам ревизионного периода не должны превышать общей площади выдела. И что самое важное, осуществляется контроль ежегодного размера лесопользования по запасу, назначенному лесоустройством.

С помощью данных электронных таблиц можно оценить план сплошных рубок главного пользования, а также провести многовариантные расчеты по планированию выделов в сплошную рубку главного пользования по годам ревизионного периода для минимизации потерь в стоимости древесины или в запасе крупной и средней древесины.

Справочная таблица для оценки потерь в стоимости древесины от несвоевременного поступления ели в сплошную рубку главного пользования (фрагмент), руб./га

I^a класс бонитета													
<i>Полнота 0,4</i>													
Коэф. состава	Возраст елового элемента леса												
	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115	118	120
10	11	25	47	76	113	159	215	280	356	444	543	654	735
8	8	20	37	61	91	127	172	224	285	355	434	523	588
6	6	15	28	46	68	96	129	168	214	266	326	392	441
2	2	5	9	15	23	32	43	56	71	89	109	131	147
1	1	3	5	8	11	16	21	28	36	44	54	65	74

<i>Полнота 1,0</i>													
Коэф. состава	Возраст елового элемента леса												
	85	88	91	94	97	100	103	106	109	112	115	118	120
10	24	53	96	152	223	310	415	538	681	843	1028	1235	1387
8	19	43	76	121	178	248	332	430	544	675	822	988	1109
6	14	32	57	91	134	186	249	323	408	506	617	741	832
2	5	11	19	30	45	62	83	108	138	169	206	247	277
1	2	5	10	15	22	31	42	54	68	84	103	124	139

Заклучение. Разработанная программа будет удобна для сотрудников лесного хозяйства при планировании очередности назначения древостоев в рубку и уменьшении потерь от их несвоевременной рубки.

Использование хозяйственной спелости при планировании лесосечного фонда является более приемлемым для лесохозяйственной практики потому, что позволяет получить максимальный денежный доход. Техническая спелость (на базе

которой в настоящее время рассчитаны возраста рубки эксплуатационных лесов) учитывает количественные показатели выхода крупной и средней древесины (целевых сортиментов).

Выполнение задач оптимизации планирования рубок главного пользования согласуется с требованиями устойчивого управления лесами по экологически ответственному, социально эффективному и экономически жизнеспособному лесопроизводству.

Литература

1. Лесной кодекс Республики Беларусь: 24 декабря 2015 г. № 332-3: принят Палатой представителей 3 декабря 2015 г.; одобрен Советом Респ. 9 декабря 2015 г. Минск: Амалфея, 2015. 70 с.
2. Ермакоў В. Я., Атрошчанка А. А., Дзямід М. П. Лесаўпарадкаванне: падручнік для студэнтаў вышэйшых навучальных устаноў па спецыяльнасці «Лясная гаспадарка». Выд. 4-е. Мінск: БДТУ, 2002. 500 с.
3. Правила отпуска древесины на корню и ее заготовки в лесах Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 7 мая 2007 г., № 214 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2007. № 118. 1/8576.
4. Буй А. А., Машковский В. П., Минкевич С. И. Сравнительный анализ существующей системы учета древесины в Беларуси и за рубежом; разработка предложений по совершенствованию системы учета древесины на основе международного опыта: отчет группы экспертов по мероприятию 2.3. Странового плана ФЛЭГ Республики Беларусь. Минск: БГТУ, 2011. 93 с.
5. Машковский В. П. Методика оценки потерь от несвоевременного поступления древостоев в рубку // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, 2008. Вып. XVI. С. 21–25.
6. Машковский В. П., Севрук П. В. Техническая и хозяйственная спелость еловых древостоев // Труды БГТУ. 2016, № 1: Лесное хоз-во. С. 14–18.
7. Машковский В. П., Севрук П. В. Анализ изменения с возрастом стоимости среднего прироста древесины и среднего прироста по запасу крупной и средней древесины в ельниках // Труды БГТУ. 2017. № 1: Лесное хоз-во, природопользование и переработка обновляемых ресурсов. С. 31–36.

References

1. *Lesnoy kodeks Respubliki Belarus'* [Forest Lawbook of the Republic of Belarus]. Minsk, Amalfeya Publ., 2015. 70 p.
2. Ermakou V. Ya., Atroshchanka A. A., Dzyamid M. P. *Lesauparadkavanne* [Forest Inventory]. Minsk, BGTU Publ., 2002. 500 p.

3. *Pravila otpuska drevesiny na kornyu i yeye zagotovki v lesakh Respubliki Belarus'* [Rules for the Release of Standing Timber and its Harvesting in the Forests of the Republic of Belarus]. National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus. 2007. No. 118. 1/8576 (In Russian).

4. Buy A. A., Mashkovsky V. P., Minkevich S. I. *Sravnitel'nyy analiz sushchestvuyushchey sistemy ucheta drevesiny v Belarusi i za rubezhom; razrabotka predlozheniy po sovershenstvovaniyu sistemy ucheta drevesiny na osnove mezhdunarodnogo opyta: otchet gruppy ekspertov po meropriyatiyu 2.3. Stranovogo plana FLEG Respubliki Belarus'* [Comparative analysis of the existing system of accounting of wood in Belarus and abroad; development of proposals for improving the accounting system for wood based on international experience: report of the expert group on activity 2.3. Country Plan of the FLEG of the Republic of Belarus]. Minsk, BGTU Publ., 2011. 93 p.

5. Mashkovsky V. P. Methods of assessing the losses from delays in collection of the stands to the wheel-house. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], series 1, Forestry, 2008, issue XVI, pp. 21–25 (In Russian).

6. Mashkovsky V. P., Sevruk P. V. The Technical and Economic Maturity of Spruce Stands. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], 2016, no. 1: Forestry, pp. 14–18 (In Russian).

7. Mashkovsky V. P., Sevruk P. V. Analysis of Changes the Cost of Average Increase of Timber and the Average Increase of Large and Medium Timber in Spruce by Age. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], 2017, no. 1: Forestry. Nature management. Processing of renewable resources, pp. 31–36 (In Russian).

Информация об авторах

Машковский Владимир Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: mashkovsky@belstu.by

Сеvрук Павел Владимирович – аспирант кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (22006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sevrukpv@belstu.by

Information about the authors

Mashkovsky Vladimir Petrovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mashkovsky@belstu.by

Sevruk Pavel Vladimirovich – PhD student, the Department of Forest Inventory. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sevrukpv@belstu.by

Поступила 31.03.2018