

## МНОГОЛЕТНИЙ ОПЫТ ПО ВЛИЯНИЮ РУБОК УХОДА НА НАГОРНЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**Я.Г. Истомина<sup>1</sup>**

кандидат биологических наук **Н.Ф. Каплина<sup>2</sup>**

1 – ФГКУ «Рослесресурс», Москва, Российская Федерация

2 – ФГБУН Институт лесоведения РАН, с. Успенское Московской области, Российская Федерация

Подведены итоги 60-летнего опыта по влиянию прореживаний на устойчивость и продуктивность древостоев дуба черешчатого искусственного происхождения в Теллермановском опытном лесничестве Института лесоведения РАН. Рубки ухода проводились на постоянных пробных площадях 2 способами – низовым и по В.Г. Нестерову с интенсивностью до 35 % по запасу в 3 приёма. В многолетней динамике в основном сохранялось ранжирование древостоев по средним высоте и диаметру, числу стволов и сумме площадей сечений, запасу и общей производительности, задаваемое интенсивностью и способом рубок ухода. С увеличением интенсивности рубок независимо от их способа увеличивались относительные прирост и изменение запаса, снижался отпад. В условиях периодического дефицита влаги и сопутствующего повреждения листьев насекомыми древостои не смогли восстановить прежнюю траекторию запаса после 3-го приёма рубки. После 60-летнего возраста запас древостоев практически не увеличивался. Независимо от интенсивности и способа, рубки ухода способствовали стабильности хода роста древостоев. На контроле запас снизился в результате волнового отпада, в том числе крупномерных стволов. Запас последних к 80-летнему возрасту в вариантах с рубками ухода был выше, чем на контроле, в среднем на 17 %. С целью уменьшения риска снижения запаса к возрасту спелости в нагорных дубравах южной лесостепи рекомендуется ограничить период интенсивных прореживаний до 40-летнего возраста. В этом случае деревья смогут сформировать хорошо развитые кроны к окончанию периода быстрого роста. В неблагоприятные периоды наблюдается снижение продуктивности насаждений и ослабление влияния рубок ухода, что важно учитывать при прогнозировании роста древостоев.

**Ключевые слова:** дуб черешчатый, рубки ухода, прореживания, искусственные насаждения, ход роста, южная лесостепь, дефицит влаги, повреждение листьев насекомыми

## LONG-TERM EXPERIENCE ON THE INFLUENCE OF CLEANING CUTTING ON UPLAND ARTIFICIAL PLANTATIONS OF ENGLISH OAK IN SOUTHERN FOREST-STEPPE

**Y.G. Istomina<sup>1</sup>**

PhD (Biology) **N.F. Kaplina<sup>2</sup>**

1 – FSBE "Roslesresurs", Moscow, Russian Federation

2 – FSBIC Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences, Uspenskoe village, Moscow region, Russian Federation

The results of a 60-year experience on the effect of thinning on the stability and productivity of the stand of English oak of artificial origin in the Tellerman experimental forestry of the Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences have been summed up. Cleaning cuttings was carried out on permanent trial plots in 2 ways - by the grassroots method and by method of V.G. Nesterov with an intensity of up to 35% in stock 3 times. In the long-term dynamics, the ranking of stands on the average height and diameter, the number of trunks and the sum of cross-sectional areas, stock

and total productivity, given by the intensity and the method of thinning, was mainly preserved. With increasing felling intensity, regardless of their method, relative increment and change in the stock have increased. In conditions of periodic moisture deficiency and accompanying damage to the leaves by insects, the stands could not restore previous trajectory of stock after the third felling. After 60 years of age, the stock of forest stands has not practically increased. Regardless of the intensity and the method, cleaning cutting contributed to the stability of growth rate of the stands. In the control, the stock decreased as a result of wave detachment, including large trunks. The stock of large trunks by the age of 80 years in the options with cutting was higher than in control one by an average of 17%. In order to reduce the risk of stock reduction by the age of ripeness in the upland oak forests of the southern forest-steppe, it is recommended to limit the period of intensive cutting up to 40 years. In this case, the trees will be able to form well-developed crowns at the end of the period of rapid growth. During unfavorable periods there is a decrease in the productivity of plantations and a decrease in the effect of thinning, which is important to take into account when predicting the growth of stands.

**Keywords:** *Quercus robur*, thinning, artificial forest stand, stand development, southern forest-steppe, water deficit, insect damage of leaves

Целью рубок ухода является формирование устойчивых, высококачественных и продуктивных насаждений. Лучший метод изучения их влияния – опыты на постоянных пробных площадях [8, 15].

Наибольшее значение рубки ухода имеют в период наиболее интенсивных роста, дифференциации и отпада древостоев [8]. Чем позднее проведены рубки ухода, тем ниже их эффективность [1, 8]. Многочисленные исследования показали, что с увеличением интенсивности рубок ухода снижается запас древостоя к возрасту спелости. С возрастом эта зависимость усиливается и начинается при меньшей интенсивности рубок. Засухи и затопления изменяют влияние рубок ухода. Важно изучение этих закономерностей для различных экотопов и лесообразующих пород [13]. Многие исследователи на основании длительных опытов пришли к выводу, что общая производительность не снижается, если рубка не была запоздалой или слишком сильной. Результаты одинаковы для вариантов с разным составом, возрастом древостоев, в разных природных условиях. Необходимо знать допустимое уменьшение запаса и густоты, не приводящее к падению общей производительности [8]. До настоящего времени нет единого мнения, существует ли оптимальная плотность древостоя, при которой продуктивность максимальна. Более определенно можно говорить об оптимальной плотности в отношении запаса крупномерной древесины [15]. Многими учеными отмечено, что с некоторого возраста древостоя превышение пороговой плотности

также снижает производительность [8]. После рубок ухода и стихийных воздействий в результате процесса саморегуляции происходит возвращение интегральных показателей, в т. ч. запаса, к некоторым закономерным траекториям роста [4].

Массовое усыхание дуба отмечалось периодически с конца XIX века. В настоящее время состояние дубрав центральной и южной Европы хуже, чем других лесообразующих пород [14]. Возобновление насаждений с преобладанием дуба в южной лесостепи преимущественно искусственное. Задача повышения, с помощью рубок ухода, устойчивости дубрав актуальна как с экологической, так и с экономической точек зрения. Так, возможно улучшение водного баланса, уменьшение стресса в связи со снижением конкуренции, улучшение восстановления роста [10].

Цель нашей работы – изучение многолетнего влияния рубок ухода на устойчивость и продуктивность нагорных искусственных древостоев дуба черешчатого в южной лесостепи в условиях периодического дефицита влаги и сопутствующего повреждения листьев насекомыми.

### **Объекты и методы**

В 1954 г. под руководством А.А. Молчанова в квартале 6 Теллермановского опытного лесничества Института лесоведения РАН (Воронежская область) заложен опыт с целью изучения влияния рубок ухода (прореживаний) на продуктивность нагорных дубрав в условиях дефицита влаги в южной лесостепи [5].

Насаждение относится к осоково-снытевому типу леса на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах водораздельных плато. Создано посевом дуба черешчатого поздней фенологической формы и является примером успешного возобновления исторических корабельных дубрав. Основной конкурент дуба – ясень обыкновенный. После 1-го приёма рубок ухода видовой состав древостоя: в варианте без рубок (контроле) – 9Д1Яс+Лп+Кл+Ил, в остальных вариантах опыта – 10Д+Яс+Лп+Кл. В 1972 г. состав 1-го яруса во всех вариантах опыта – 10Д+Яс. Ильм и липа мелколистная выпали практически полностью, клен остролистный формирует 2-й ярус.

В 22-летнем возрасте древостоя заложено семь постоянных пробных площадей (ППП) с различными по способам и интенсивности вариантами рубок ухода; рубки проведены в три приема (табл. 1). Площадь вариантов опыта – в основном по 0.1 га (ППП 6 и 7 – по 0.05 га). Умеренная интенсивность рубок наиболее близка по величине к отпаду (за 10 лет) по таблицам хода роста (ТХР) полных семенных дубовых древостоев экорегионов зоны лиственных лесов и лесостепи Европейской части [12] (обобщающих закономерности нескольких ТХР).

Каждая ППП находится в центре участка леса с таким же способом и интенсивностью рубки. На ППП 7, 4 и 1 деревья удалялись преимущественно из нижней части полога, на ППП 3 – также и из верхней для достижения высокой интенсивности рубки (фаутные, суховершинные, двухвершинные, сучковатые). На ППП 7 в первый приём проведено очищение стволов от нижних сучьев до 0.5-0.75 высоты ствола. На ППП 5 и 6 по способу В.Г. Нестерова удаляли деревья всех классов развития со слабым приростом в высоту, туповершинные, ширококронные, сильно сучковатые, с прямым или тупым углом ветвления, сильно сбежистые. Подлесок омолаживался во всех вариантах. При повторной рубке интенсивность по запасу была уменьшена за исключением ППП 5 (при этом оставляли примерно ту же сомкнутость крон, что и после первого ухода). На ППП 4, 1 и 3 удаляли деревья худшего качества из 1-го и 2-го ярусов. На ППП 5 и 6 повторили рубки по способу В.Г. Нестерова. В третий

приём рубок интенсивность была слабой, примерно одинаковой во всех вариантах. Сотрудники Института лесоведения РАН периодически измеряли диаметры и высоты стволов деревьев, фиксировали год их усыхания. С 1985 по 2009 г. эти работы проводили только на ППП 2, 4 и 5, а затем на всех, кроме ППП 6.

Данные о способах и интенсивности рубок ухода и таксационные показатели древостоев в 1-й и 2-й приём рубок заимствованы из [5, 6] (запас стволов в этих работах вычислен по сортиментным таблицам Н.П. Анучина). С 1972 г. показатели вычислены нами по сплошным измерениям диаметров и высот стволов на ППП и измерениям объемов модельных деревьев, в т. ч. по данным хода роста их стволов с пересчетом на объем в коре. Коэффициенты уравнений получали с помощью надстройки Microsoft Excel «Поиск решений». Средние высоты древостоев вычисляли по уравнению, полученному для деревьев 22–77-летнего возраста (объем выборки  $n = 295$ ):

$$H = 1.739 A^{0.648} (1 - D^{-1.685} A^{0.743}), R^2 = 0.844, \quad (1)$$

где  $H$  – средняя высота древостоя,  $A$  – возраст древостоя,  $D$  – среднеквадратический диаметр древостоя. Запас получали суммированием объемов стволов, вычисленных по уравнению для объемов модельных деревьев в 48–81-летнем возрасте ( $n = 60$ ):

$$v = 0.000155 d^{1.85} h^{-0.263} A^{0.739}, R^2 = 0.999, \quad (2)$$

где  $v$  – объем ствола,  $d$  – диаметр ствола на высоте 1,3 м,  $h$  – высота ствола,  $A$  – возраст древостоя.

Бонитет изученных древостоев и нормативные кривые хода роста запаса для I класса бонитета определены по ТХР [12]. Для сравнительного анализа использовали модели формирования эталонных дубрав [7].

### Результаты и обсуждение

Таксационные показатели древостоев по вариантам опыта в 22-, 40- и 84-летних возрастах приведены в табл. 2.

Способы и интенсивность рубок ухода по вариантам и приемам

| ППП | Способ            | Группа интенсивности             | Интенсивность (по запасу), % |           |           |
|-----|-------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|
|     |                   |                                  | 1954 г.                      | 1963 г.   | 1975 г.   |
|     |                   |                                  | 1-й приём                    | 2-й приём | 3-й приём |
| 2   | Контроль          | Без рубки                        | 0                            | 0         | 0         |
| 7   | Низовые           | Очень слабые, очищение от сучьев | 11                           | 10        | 9         |
| 4   |                   | Слабые                           | 17                           | 10        | 12        |
| 1   |                   | Умеренные                        | 29                           | 22        | 11        |
| 3   |                   | Умеренно-высокие                 | 34                           | 26        | 12        |
| 5   | По В.Г. Нестерову | Умеренно-высокие                 | 28                           | 35        | 13        |
| 6   |                   | Умеренные                        | 27                           | 25        | 6         |

Класс бонитета изученных древостоев (в т. ч. контрольного) увеличивался с возрастом: после рубок 1-го приёма к I классу относились только древостои на ППП 2 и 7, а остальные – ко II классу. В 40-летнем возрасте – древостои на всех площадях, кроме ППП 6, относились к I классу, а последняя – ко II классу бонитета. К 80 годам все изучавшиеся к этому времени древостои перешли в Ia класс.

По опубликованным данным [6], средний диаметр древостоев к 3-му приёму рубки (за 1954-1975 гг.) увеличился в 2,1-2,4 раза, тем больше, чем выше интенсивность рубок (коэффициент корреляции  $r = 0.50$ ). Сходное влияние рубок ухода отмечено в [11], причем дуб показал одну из самых сильных реакций по сравнению с другими лиственными и хвойными породами. Очищение стволов от сучьев на ППП 7 даже при очень слабом прореживании способствовало увеличению среднего диаметра ствола. Средние высота и диаметр после рубок по В.Г. Нестерову были значимо ниже, чем в остальных древостоях, вплоть до 3-го приёма рубок (однофакторный дисперсионный анализ, уровень значимости  $\alpha=0.05$ ). Через 10 лет после 3-го приёма рубок более низкие показатели зафиксированы лишь на ППП 6, где густота была наибольшей. Известно влияние интенсивности рубок ухода на средний диаметр крон и взаимосвязь диаметра крон и диаметра ствола дуба черешчатого [9, 11]. Однако по данным сплошных обмеров в 2010 г. такого влияния не обнаружено. Таким образом, влияние рубок ухода на средние размеры стволов и крон со временем ослабляется. Прирост (сумма отпада и изменения запаса) в контрольном древостое был

ниже, чем в вариантах опыта с рубками только после 2-го приёма, а изменение запаса – после 2-го и 3-го приёма (табл. 3), однако эти различия не значимы (двухфакторный дисперсионный анализ,  $\alpha=0.05$ ). Также нет значимых корреляций этих абсолютных показателей с интенсивностью и способом рубок. В литературе имеются сведения о заметном увеличении прироста в древостоях дуба, пройденных рубками ухода в 10-30-летнем возрасте [11]. Возможно, отсутствие такого увеличения объясняется более засушливыми условиями южной лесостепи. В то же время отпад заметно уменьшился с увеличением интенсивности низовых рубок (в 1-й, 2-й и 3-й приём рубок  $r$  равен  $-0.76$ ,  $-0.94$  и  $-0.74$ , соответственно). Относительные же (к оставленному после рубки запасу) прирост и изменение запаса (рис. 1) тесно связаны с интенсивностью рубки в каждый из приёмов, независимо от способа рубки. Очевидно, благодаря этому возможно возвращение древостоя к прежней траектории роста [4]. Так, по модели формирования эталонных дубрав [7] в случае 10-летнего периода между рубками в 1-й приём (интенсивность – 38 %) достаточно относительного изменения запаса 180 %, во 2-й приём (интенсивность – 34 %) – 121 %, а в 3-й приём (интенсивность – 31 %) – 88 %. Следовательно, изученные древостои способны к восстановлению запаса в 1-й приём быстрее, чем за 10 лет, во 2-й приём – в срок (а в случае неблагоприятных лет и позже), а в 3-й приём скорее не способны. Видимо, описанные закономерности отражают известное снижение способности к восстановлению запаса с возрастом древостоя [8].

## Природопользование

Таблица 2

Таксационная характеристика древостоев по вариантам опыта в 1954 г. (после рубки), 1972 и 2016 гг.

| ППП           | Варианты опыта          | <i>H</i> | <i>D</i> | <i>N</i> | <i>G</i> | <i>M</i> | <i>M<sub>общ</sub></i> |
|---------------|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------------|
| <i>A</i> = 22 |                         |          |          |          |          |          |                        |
| 2             | Контроль                | 7.4      | 6.6      | 2710     | 9.3      | 58.1     | 78                     |
| 7             | Низовые рубки           | 7.4      | 6.2      | 1970     | 5.9      | 49.9     | 76                     |
| 4             |                         | 7.1      | 6.1      | 1860     | 5.4      | 51.9     | 83                     |
| 1             |                         | 7.2      | 6.2      | -        | -        | 39.4     | 76                     |
| 3             |                         | 7.1      | 6.1      | 1250     | 3.7      | 36.1     | 75                     |
| 5             | Рубки по В.Г. Нестерову | 7.0      | 5.2      | 2810     | 6.0      | 36.7     | 71                     |
| 6             |                         | 7.0      | 5.2      | -        | -        | 37.8     | 72                     |
| <i>A</i> = 40 |                         |          |          |          |          |          |                        |
| 2             | Контроль                | 16.1     | 15.5     | 1180     | 22.3     | 213      | 273                    |
| 7             | Низовые рубки           | 16.3     | 16.0     | 1160     | 23.3     | 229      | 279                    |
| 4             |                         | 16.1     | 15.6     | 1180     | 22.4     | 214      | 260                    |
| 1             |                         | 16.0     | 15.0     | 1100     | 19.5     | 188      | 238                    |
| 3             |                         | 16.4     | 16.3     | 900      | 18.8     | 178      | 227                    |
| 5             | Рубки по В.Г. Нестерову | 15.3     | 13.3     | 1380     | 19.1     | 189      | 238                    |
| 6             |                         | 14.9     | 12.5     | 1660     | 20.4     | 206      | 266                    |
| <i>A</i> = 84 |                         |          |          |          |          |          |                        |
| 2             | Контроль                | 28.8     | 32.1     | 300      | 24.3     | 310      | 621                    |
| 7             | Низовые рубки           | 28.7     | 35.2     | 260      | 25.3     | 316      | -                      |
| 4             |                         | 28.4     | 34.2     | 310      | 28.5     | 359      | 616                    |
| 1             |                         | 28.6     | 32.2     | 300      | 24.4     | 311      | -                      |
| 3             |                         | 28.5     | 33.6     | 290      | 25.8     | 327      | -                      |
| 5             | Рубки по В.Г. Нестерову | 28.8     | 32.7     | 310      | 26.1     | 332      | 592                    |
| 6             |                         | -        | -        | -        | -        | -        | -                      |

Обозначения: *H* – средняя высота, м, *D* – среднеквадратический диаметр, см, *N* – число стволов, шт.га<sup>-1</sup>, *G* – сумма площадей сечений, м<sup>2</sup>га<sup>-1</sup>, *M* – запас, м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup>, *M<sub>общ</sub>* – общая производительность (сумма оставленного и вырубленного запасов и отпада), м<sup>3</sup>га<sup>-1</sup>. Прочерк – нет данных

Таблица 3

Показатели продуктивности древостоев (м<sup>3</sup>) по вариантам опыта и приемам рубок ухода  
(за 10-летние периоды)

| Группа интенсивности             | Приём рубки/ Период возраста, лет |       |                  |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                  | 1                                 |       |                  | 2     |       |       | 3     |       |       |
|                                  | 22-31                             | 32-41 | 44-53            | 22-31 | 32-41 | 44-53 | 22-31 | 32-41 | 44-53 |
| Прирост                          |                                   |       | Изменение запаса |       |       | Отпад |       |       |       |
| Контроль                         |                                   |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| Без рубки                        | 106                               | 92    | 97               | 101   | 64    | 48    | 5     | 30    | 49    |
| Низовые рубки                    |                                   |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| Очень слабые, очищение от сучьев | 111                               | 121   | 102              | 109   | 102   | 54    | 2     | 19    | 48    |
| Слабые                           | 101                               | 108   | 97               | 98    | 88    | 71    | 2     | 20    | 26    |
| Умеренные                        | 101                               | 98    | 101              | 99    | 88    | 68    | 1     | 10    | 33    |
| Умеренно-высокие                 | 100                               | 101   | 91               | 98    | 87    | 54    | 2     | 14    | 37    |
| По В.Г. Нестерову                |                                   |       |                  |       |       |       |       |       |       |
| Умеренно-высокие                 | 92                                | 126   | 97               | 89    | 104   | 73    | 3     | 22    | 25    |
| Умеренные                        | 95                                | 136   | 104              | 92    | 112   | 59    | 3     | 24    | 45    |

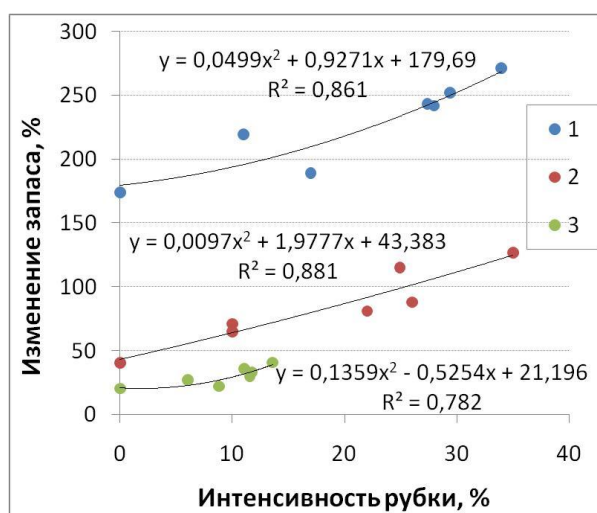


Рис. 1. Уравнения зависимости относительного изменения запаса за 10-летний период от интенсивности рубок ухода. Цветом обозначен порядковый номер приёма рубки

В вариантах с рубками по способу В.Г. Нестерова прирост, изменение запаса и отпад в 1-й приём значительно меньше, а во 2-й приём больше, чем в остальных вариантах, включая контроль (однофакторный дисперсионный анализ,  $\alpha=0.05\%$ ). Возможно, что при рубках по В.Г. Нестерову деревья испытывали световой шок в 1-й приём, но значительная их часть компенсировала потери прироста во 2-й приём, а остальные усохли.

Возрастная динамика прироста, изменения запаса и отпада всех вариантов опыта сходна и представлена в усредненном виде на рис. 2. В течение 40 лет с начала опыта (до 60-летнего возраста) прирост изученных древостоев поддерживался на максимальном уровне (рис. 2). Изменение запаса было максимальным в первые два десятилетия рубок. В следующее 20 лет оно значительно снизилось в связи с увеличением отпада, на что могли повлиять как низкая интенсивность 3-го приёма рубок, так и неблагоприятные факторы 1970-х гг. В эти годы в Теллермановском лесу наблюдалось массовое усыхание дуба (в связи с засухами и сопутствующим повреждением листьев насекомыми), от которого изученные древостои существенно не пострадали, как и другие дубравы моложе 60 лет [2, 3]. Имела место суховершинность, признаки которой (перевершинивание) сохранились до настоящего времени.

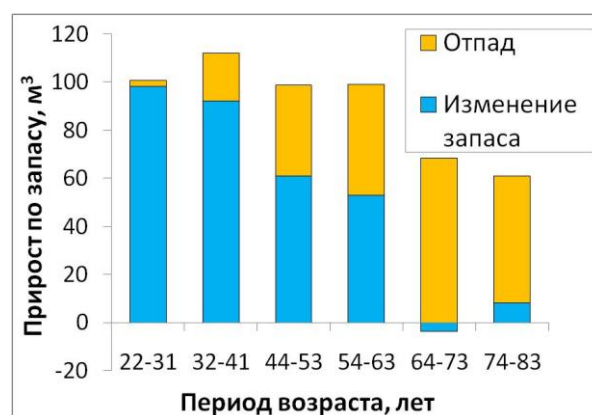


Рис. 2. Средний по вариантам опыта прирост по запасу (сумма отпада и изменения запаса) изученных древостоев (за 10-лет)

После 60-летнего возраста прирост значительно снизился (двухфакторный дисперсионный анализ данных табл. 3, уровень значимости  $\alpha=0.05\%$ ). Изменение запаса резко упало (в 64–73-летний период было даже отрицательным из-за волнового отпада в контрольном древостое). Отпад сравнился по величине с приростом. Снижение продуктивности пришлось на период засух, сопровождавшихся повреждением листьев насекомыми, хотя эти годы и нельзя назвать экстремальными (1994–1999, 2002, 2009–2010 гг.). Можно полагать, что такая сильная реакция древостоя связана со снижением его способности к восстановлению после завершения этапа жердняка [2]. Видимо, это явление вызвано теми же причинами, что и снижение с возрастом способности к восстановлению запаса после рубки. С ослаблением роста по высоте снижается возможность дерева формировать хорошо развитую (раскидистую) крону при увеличении освещенности [3]. Учитывая это, хорошо развитые кроны должны быть сформированы до 60-летнего возраста. Таким образом, интенсивные рубки ухода необходимо провести до 40 лет (с учетом вероятности неблагоприятных периодов) для уменьшения риска снижения запаса к возрасту спелости.

В многолетней динамике запаса изученных древостоев (рис. 3) в основном сохраняется их ранжирование, задаваемое интенсивностью рубок ухода. То же верно для динамики средних диаметра и высоты, числа стволов (на которые также влияет способ рубок), суммы площадей сечений и общей производительности.

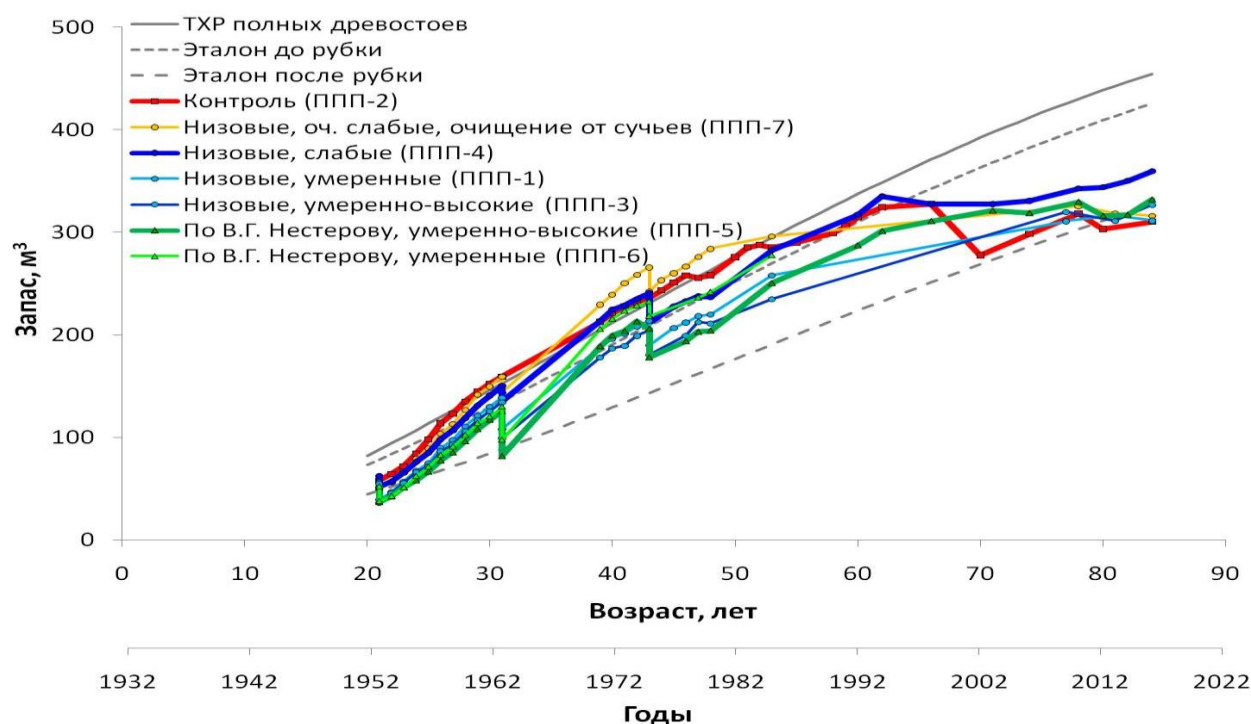


Рис. 3. Динамика запаса изученных древостоев. Варианты опыта, наблюдавшиеся без перерывов, выделены жирными линиями. Годы обмеров диаметров обозначены условными значками

После рубок 1-го и 2-го приёма, благодаря увеличению относительного изменения запаса, древостои достигали свойственного им уровня запаса менее чем за 10 лет. Причем максимальные показатели (близкие к ТХР полных древостоев I класса бонитета) достигнуты в контрольном древостое (ППП 2) и после низовых рубок очень слабой (ППП 7, очищение от сучьев) и слабой (ППП 4) интенсивности. Минимальные запасы зафиксированы в вариантах с максимальной интенсивностью рубок как низовым способом (ППП 3), так и по В.Г. Нестерову (ППП 5). Они близки к показателям модели формирования эталонных дубрав I класса бонитета [7] как до, так и после рубок. После рубки 3-го приёма в 1975 г. древостои не восстановили запас до прежней траектории, несмотря на указанное неуклонное повышение класса бонитета. С середины 1990-х (после 60-летнего возраста) запас древостоев практически не увеличивался.

Запас крупномерных стволов в контрольном древостое к 84-летнему возрасту на 11-23% ниже, чем в других вариантах опыта, независимо от интенсивности и способа рубок (рис. 4). Этот факт объясняется в первую очередь усыханием на кон-

троле двувершинных и зараженных ложным дубовым трутовиком крупномерных деревьев и является доводом в пользу экономической эффективности рубок ухода. В конце 1990-х – начале 2000-х гг. в древостоях, пройденных рубками ухода, в отличие от контроля не наблюдалось временного снижения запаса в результате волны отпада деревьев.



Рис. 4. Запас крупномерных (толще 30 см) и тонкомерных стволов в возрасте 84 года по вариантам опыта

Можно полагать, что посредством рубок ухода повышена стабильность роста древостоев. Поскольку толщина дерева коррелирует с развити-

ем его кроны [3], можно также говорить о повышении жизненности древостоя.

Вместе с тем, очевидно, что нагорные высокополнотные дубравы искусственного происхождения и без рубок ухода весьма устойчивы к периодическим снижениям продуктивности в южной лесостепи, регулируя свою густоту посредством волнового отпада. Низовые рубки ухода в опыте сходны с волновым самоизреживанием по характеру и размеру выборки деревьев. Они отличаются предварительностью по отношению к неблагоприятным периодам, т. е. их можно рассматривать как профилактическую меру.

Спустя свыше 40 лет после последней рубки запасы близки во всех вариантах, за исключением немного более высоких показателей на ППП 4 (за счет тонкомерных стволов). Также близки густота и полнота древостоев, что можно объяснить эффектом «стягивания» [1], ускорившегося в результате повышенного самоизреживания древостоев в последние два 10-летия. Общая производительность (включая вырубленную древесину и отпад) к 84-летнему возрасту древостоев также близка по вариантам опыта, составив в контроле  $621 \text{ м}^3$ , а при максимальной интенсивности рубок –  $592 \text{ м}^3$ . По ТХР полных древостоев [12] она на 10-12 % выше, чем в контроле, а по модели формирования эталонных дубрав [7] – на 26 % (в 60-летнем возрасте – на 3 % и 13 %, соответственно). Можно полагать, что ТХР адекватно отражают ход общей производительности и наличие максимума в полных древостоях. Вряд ли можно ожидать её увеличения с помощью рубок ухода, тем более в условиях южной лесостепи, где продуктивность периодически снижается. Также можно не опасаться снижения общей производительности и запаса при увеличении интенсивности прореживаний в 20–30-летнем возрасте до 30-40 %, рекомендуемых в [8]. При моделировании роста древостоев под влиянием рубок ухода необходимо учитывать вероятность периодов пониженной продуктивности вследствие неблагоприятных факторов и ослабление в эти периоды влияния рубок ухода.

### Выводы

1. В многолетней динамике изученных древостоев в основном сохранялось их ранжирование по таксационным показателям, задаваемое интенсивностью и способом рубок ухода; значимость различий со временем снижалась. Спустя 40 лет после последней рубки (в 80-летнем возрасте) средняя высота и диаметр, число стволов и сумма площадей сечений, запас и общая производительность во всех вариантах опыта практически одинаковы.

2. С увеличением интенсивности, независимо от способа рубок, увеличивались относительные прирост и изменение запаса. При этом их абсолютные величины не различались по вариантам опыта. Отпад снижался как в абсолютном, так и в относительном выражении.

3. В связи с чередой неблагоприятных лет и завершением периода быстрого роста после 3-го приёма рубки древостои не смогли восстановить прежнюю траекторию запаса, после 60 лет древостоев запас практически не увеличивался. Рубки ухода независимо от интенсивности и способа способствовали стабильности хода роста древостоев и повышению запаса крупномерных стволов, в том числе в связи со снижением отпада последних (за счет удаления фаутных).

4. Интенсивные прореживания в нагорных дубравах южной лесостепи можно рекомендовать до 40 лет, с тем, чтобы к 60-летнему возрасту деревья сформировали хорошо развитые кроны, что уменьшит риск снижения запаса к возрасту спелости.

5. При прогнозировании роста древостоев под влиянием рубок ухода в условиях периодических неблагоприятных факторов важно учитывать вероятность периодов пониженной продуктивности и ослабление в эти периоды влияния рубок ухода.

*Работа поддержана грантом РФФИ 15-04-05592.*



## Библиографический список

1. Демаков Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем: методологические и методические аспекты [Текст] : научное издание / Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола : Периодика Марий Эл, 2000. – 416 с.
2. Каплина, Н. Ф. Динамика прироста деревьев в нагорных антропогенных дубравах южной лесостепи [Текст] / Н. Ф. Каплина // Лесоведение. – 2006. – № 4. – С. 3-11.
3. Каплина, Н. Ф. Морфология крон и состояние дуба черешчатого в средневозрастных насаждениях лесостепи [Текст] / Н. Ф. Каплина, Н. Н. Селочник // Лесоведение. – 2009. – № 3. – С. 32-42.
4. Кузьмичев, В. В. Изреживание и рост лесных культур [Текст] : монография / В. В. Кузьмичев. – М. : РГАУ-МСХА, 2015. – 150 с.
5. Молчанов, А. А. Комплексные исследования в дубравах лесостепи [Текст] / А. А. Молчанов // Взаимоотношения компонентов биогеоценоза в лиственных молодняках: сборник статей. – М. : Наука, 1970. – С. 32-77.
6. Молчанов, А. А. Воздействие антропогенных факторов на лес [Текст] : монография / А. А. Молчанов. – М. : Наука, 1978. – 138 с.
7. Мусиевский, А. Л. Программа формирования эталонных семенных дубрав лесостепной и степной зон [Текст] / А. Л. Мусиевский // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2010. – № 6. – С. 70-77.
8. Сеннов, С. Н. Лесоведение и лесоводство [Текст] : учеб. / С. Н. Сеннов. – М. : Академия, 2005. – 256 с.
9. Attocchi G. Crown radius of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) depending on stem size, stand density and site productivity [Text] / G. Attocchi, J. P. Skovsgaard // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2015. – Vol. 30. – № 4. – P. 289-303.
10. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? [Text] / T. Hlásny [et al.] // Lesnícky časopis – Forestry Journal. – 2014. – Vol. 60. – No. 1. – P. 5-18.
11. Juodvalkis A. Effects of thinning on growth of six tree species in north-temperate forests of Lithuania [Text] / A. Juodvalkis, L. Kairiukstis, R. Vasiliauskas // European Journal of Forest Research. – 2005. – Vol. 124. – № 3. – P. 187-192.
12. Tables and models of growth and productivity of forests of major forest forming species of Northern Eurasia [Electronic source] : standard and reference materials / A. Shvidenko, D. G. Shchepashchenko, S. Nilsson, Y. I. Buluy. – M., 2008. – 886 p. – Available at: [http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/Articles/THR.pdf](http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/Articles/THR.pdf).
13. Skovsgaard J. P. Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands [Text] / J. P. Skovsgaard, J. K. Vanclay // Forestry. – 2008. – Vol. 81. – № 1. – P. 13-31.
14. The Condition of Forests in Europe [Electronic source]: executive report. – Hamburg, ICP Forests, 2011. – Available at: <https://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf>.
15. Zeide B. Thinning and growth: a full turnaround [Text] / B. Zeide // Journal of Forestry. – 2001. – Vol. 99. – № 1. – P. 20-25.

## References

1. Demakov Yu. P. *Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem: metodologicheskie i metodicheskie aspekty* [Diagnostics of Forest Ecosystems Sustainability: Methodological and Methodical Aspects] / Yu. P. Demakov. – Yoshkar-Ola : *Periodika Mariy El*, 2000. – 416 p. (In Russian).
2. Kaplina N. F. *Dinamika prirosta derev'ev v nagornykh antropogennykh dubravakh yuzhnoy lesostepi* [Dynamics of Tree Increment in Anthropogenic Upland Oak Forests in the Southern Forest-Steppe] / N. F. Kaplina // *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science]. – 2006. – No. 4. – P. 3-11 (In Russian).
3. Kaplina N. F. *Morfologiya kron i sostoyanie duba chereschatogo v srednevozrastnykh nasazhdeniyakh lesostepi* [Morphology of crowns and *Quercus robur* state in middle-aged forest-steppe plantations] / N. F. Kaplina, N. N. Selochnik // *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science]. – 2009. – No. 3. – P. 32-42 (In Russian).

4. Kuz'michev V. V. *Izrezhivanie i rost lesnykh kul'tur* [Thinning and growth of forest culture] / V. V. Kuz'michev. – M. : RGAU-MSHA, 2015. – 236 p. (In Russian).
5. Molchanov A. A. *Kompleksnye issledovaniya v dubravakh lesostepi* [Complex research in forest-steppe oak forests]. *Vzaimootnosheniya komponentov biogeotsenoza v listvennykh molodnyakakh* [Relationships of components of biogeocenosis in deciduous saplings] / A. A. Molchanov. – Moscow : Nauka, 1970. – P. 32-77 (in Russian).
6. Molchanov A. A. *Vozdeystvie antropogennykh faktorov na les* [The impact of anthropogenic factors on the forest] / A. A. Molchanov. – Moscow : Nauka, 1978. – 138 p. (In Russian).
7. Musievskiy A. L. *Programma formirovaniya etalonnykh semennykh dubrav lesostepnoy i stepnoy zon* [Programme of standard seed oak-forests formation for forest-steppe and steppe zones] / A. L. Musievskiy // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [Forestry journal]. – 2010. – No. 6. – P. 70-77 (In Russian).
8. Sennov S. N. *Lesovedenie i lesovodstvo* [Forest science and forestry] / S. N. Sennov. – Moscow : Akademiya, 2006. – 234 p. (In Russian).
9. Attocchi G. Crown radius of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) depending on stem size, stand density and site productivity / G. Attocchi, J. P. Skovsgaard // *Scandinavian Journal of Forest Research*. – 2015. – Vol. 30. – № 4. – P. 289-303.
10. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? / T. Hlásny [et al.] // *Lesnícky časopis – Forestry Journal*. – 2014. – Vol. 60. – No. 1. – P. 5-18.
11. Juodvalkis A. Effects of thinning on growth of six tree species in north-temperate forests of Lithuania / A. Juodvalkis, L. Kairiukstis, R. Vasiliauskas // *European Journal of Forest Research*. – 2005. – Vol. 124. – № 3. – P. 187-192.
12. Tables and models of growth and productivity of forests of major forest forming species of Northern Eurasia: standard and reference materials / A. Shvidenko, D. G. Shchepashchenko, S. Nilsson, Y. I. Buluy. – M., 2008. – 886 p. – Available at: [http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/Articles/THR.pdf](http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/Articles/THR.pdf).
13. Skovsgaard J. P. Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands / J. P. Skovsgaard, J. K. Vanclay // *Forestry*. – 2008. – Vol. 81. – № 1. – P. 13-31.
14. The Condition of Forests in Europe: executive report. – Hamburg, ICP Forests, 2011. – Available at: <https://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf>.
15. Zeide B. Thinning and growth: a full turnaround / B. Zeide // *Journal of Forestry*. – 2001. – Vol. 99. – № 1. – P. 20-25.

### Сведения об авторах

*Истомина Яна Гумаровна* – главный специалист ФГКУ «Рослесресурс», окончила аспирантуру ФГБУН Институт лесоведения РАН по специальности 06.03.02, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: [biktimirovayana@gmail.com](mailto:biktimirovayana@gmail.com)

*Каплина Наталья Федотовна* – старший научный сотрудник ФГБУН Институт лесоведения РАН, кандидат биологических наук, с. Успенское Московской обл., Российская Федерация; e-mail: [kaplina@inbox.ru](mailto:kaplina@inbox.ru)

### Information about authors

*Istomina Yana Gumarovna* – Senior Specialist of Federal Forestry Agency, completed from the post-graduate study at the Institute of Forest Science of RAS with the speciality 06.03.02, Moscow, Russian Federation; e-mail: [biktimirovayana@gmail.com](mailto:biktimirovayana@gmail.com)

*Kaplina Natalia Fedotovna* – Senior Researcher of Institute of Forest Science of RAS, Candidate of Biological Sciences, Uspenskoe, Moscow region, Russian Federation; e-mail: [kaplina@inbox.ru](mailto:kaplina@inbox.ru)