

УДК 630\*614.001.57

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОВАРИАНТНЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ РАСЧЕТОВ РАЗМЕРА НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМ НА ЭВМ

*Н. П. ЧУПРОВ, Е. Д. АНТУФЬЕВА*

Архангельский институт леса и лесохимии

На Европейском Севере создан крупнейший в стране лесопромышленный комплекс, основой существования которого является наличие постоянной лесосырьевой базы. Между тем многие сырьевые базы региона истощены длительными и интенсивными рубками, особенно в хвойных лесах.

В настоящее время по областям и лесхозам Севера официально устанавливаются расчетные лесосеки периодического пользования. Рассчитывают лесосеки: по состоянию, возрастным, по обороту рубки и т. д., выбирают одну из них или усредненную между ними и по существу подгоняют лесосеку под имеющийся или планируемый объем рубок. Такую лесосеку вряд ли можно считать надежным эталоном лесопользования.

По ряду лесхозов и областей в целом утвержденные расчетные лесосеки не перерубаются, а срок использования многих лесосырьевых баз не превышает 5...20 лет. В этих условиях назрела необходимость перехода на непрерывное неуклонно уменьшающееся пользование лесом (ННПЛ). Этот переход связан, наряду с другими сложными вопросами, с обоснованным установлением размера ННПЛ, который должен стать действительным эталоном лесопользования.

Любая расчетная лесосека не является постоянной величиной и зависит от многих факторов. Для каждого объекта она меняется с динамикой лесного фонда, происходящей, в свою очередь, вследствие естественного роста древостоев, характера их распределения по классам возраста и породам, в связи со сменой пород. В большой мере она зависит и от уровня ведения лесного хозяйства, т. е. от применяемой системы мероприятий по лесовосстановлению и повышению продуктивности лесов, включая их соотношения, а также от объема и режима рубок главного пользования. Действующие методики расчета лесопользования не учитывают этих факторов. Если расчетная лесосека устанавливается в динамике на длительный период, что очень важно для прогноза лесопользования (например, на оборот рубки), то необходим учет объема мероприятий и размера рубок в динамике за этот период. Все эти моменты находятся в сложной динамической взаимосвязи и значительно усложняют расчеты, но учет их необходим. Расчеты в научно-исследовательских, прогнозных целях, а также при проектировании обуславливают и необходимость многовариантного установления расчетных лесосек.

В связи с необходимостью установления размера ННПЛ для условий Европейского Севера, лабораторией экономики и организации лесного хозяйства Архангельского института леса и лесохимии в течение последнего десятилетия разрабатывалась [1, 2] совершенствовалась динамическая модель-программа для расчета размера лесопользования

на ЭВМ «Наири-К», «Наири-3». В основу модели положен принцип установления размера ННПЛ на оборот рубки. Под расчетной лесосекой непрерывного неуменьшающегося лесопользования понимается такой максимальный размер расчетной лесосеки, при рубке в объеме которого расчетная лесосека по хвойному хозяйству не уменьшается в течение всего оборота рубки.

Применение имеющихся в теории и практике лесоустройства «стандартных» лесосек (по состоянию, спелости, возрастных и др.) может обеспечить такое лесопользование лишь в отдельных случаях, при сочетании соответствующих условий. Даже лесосека по обороту рубки обеспечивает это условие лишь в двух случаях: а) когда насаждения в хозяйстве равномерно распределены по классам возраста; б) когда насаждения распределены по классам возраста неравномерно, но имеется большой процент спелых древостоев. Если этих условий нет, данная лесосека оказывается для какого-то периода выше лесосеки неуменьшающегося лесопользования. Если в хозяйстве мало спелых насаждений и древостоев неравномерно распределены по классам возраста, к лесосеке непрерывного лесопользования могут оказаться близкими возрастными лесосеки.

Кроме того, на размер лесосеки по хозяйствам постоянно влияет смена пород, изменяющая площади хозсекций, а значит, и размер лесосек по ним.

В связи с изложенным, лесосеку по площади в данной модели на каждый 10-летний период рассчитывают по обороту рубки. Но в дальнейшем ее двукратно проверяют и корректируют на непрерывность и неуменьшаемость: первый раз — на начало каждого 10-летия, второй — после выполнения расчетов на весь оборот рубки.

Разработанная модель-программа позволяет для любого объекта расчета учесть: 1) распределение лесопокрытой площади по древесным породам и динамику его в перспективе для какого угодно периода в связи с рубками, проведением лесохозяйственных мероприятий и сменой пород; 2) распределение площади лесов по возрастам и его динамику в перспективе, в зависимости от способов рубок и лесовозобновления; 3) распределение лесов по производительности, а также однородности ведения лесного хозяйства (по группам типов леса); 4) возраст рубок; 5) периоды естественного возобновления в зависимости от способов возобновления, древесных пород и типов леса; 6) категории насаждений в соответствии с требуемыми для них мероприятиями (выделение хозяйств); 7) влияние применения разных вариантов систем мероприятий на повышение продуктивности лесов и размер лесопользования; 8) динамику объема каждого мероприятия во времени в соответствии с ожидаемым его изменением по прогнозам или с заданными темпами изменения (математические модели динамики объема мероприятий на длительную перспективу); 9) влияние различного объема рубок главного пользования (равного расчетной лесосеке или не равного ей, любого заданного).

Модель позволяет учесть влияние на размер расчетной лесосеки объема и динамики следующих мероприятий и их сочетаний: а) способов рубок главного пользования: в хвойных лесах — сплошных без сохранения и с сохранением подроста, выборочных разной интенсивности; в лиственных — сплошных и в лиственно-еловых — длительно постепенных (комплексных); б) способов лесовосстановления: естественного — без содействия, с содействием, за счет сохранения подроста и искусственного (лесные культуры); в) рубок ухода одновременно за елью и лиственными — в лиственно-еловых насаждениях, прежде всего нуждающихся в уходах (ведение комплексного хозяйства) и рубок ухода за сосной и елью в лиственно-сосновых и лиственно-еловых насажде-

Хозсекции	Группы типов леса	Распределение площади насаждений по классам возраста	Хозяйства	Мероприятия	Главные рубки
Сосновая	Свежие временно избыточно увлажненные Избыточно увлажненные	$Q_1, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста с подростом выборочное	К, У С, У С.П, У У	Сплошн. С.сохр. подр. Выбор.
		$Q_2, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста с подростом	К, У С, У С.П, У	Сплошн. С.сохр. подр.
		$Q_3, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста	без мер. ОС	Сплошн. Нет
Слобная	Свежие временно избыточно увлажненные Избыточно увлажненные	$Q_1, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста с подростом выборочное	К, У С, У С.П, У У	Сплошн. С.сохр. подр. Выбор.
		$Q_2, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста с подростом	К, У С, У С.П, У	Сплошн. С.сохр. подр.
		$Q_3, I, II, III, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без подроста	без мер. ОС	Сплошн. Нет
Береговая	Свежие временно избыточно увлажненные Избыточно увлажненные	$Q_1, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	со II яр. ели без II яр. ели с е. предв. в. с сосной	Р, У, С.Е К без К Р, У Р, У	С.сохр. е. и яр. Сплошн. Нет Нет
		$Q_2, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	со II яр. ели без II яр. ели с е. предв. в. с сосной	Р, У, С.Е К без К Р, У Р, У	С.сохр. е. и яр. Сплошн. Нет Нет
		$Q_3, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без II яр. ели	без мер. ОС	Сплошн. Нет
Осиновая	Свежие временно избыточно увлажненные Избыточно увлажненные	$Q_1, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	со II яр. ели без II яр. ели с е. предв. в. с сосной	Р, У, С.Е К без К Р, У Р, У	С.сохр. е. и яр. Сплошн. Нет Нет
		$Q_2, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	со II яр. ели без II яр. ели с е. предв. в. с сосной	Р, У, С.Е К без К Р, У Р, У	С.сохр. е. и яр. Сплошн. Нет Нет
		$Q_3, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, XIX$ $R, Y \rightarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $C \uparrow K \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	без II яр. ели	без мер. ОС	Сплошн. Нет

Условные обозначения: К - лесные культуры, С - содействие е. в., с.п - сохранение подр., с.е - сохранение II яр. ели, см - смена пород, р.у - рубки ухода, ос - лесовосстановление, у - внутренние уборки, в.р - выборочные рубки

Рис. 1

ниях с наличием ели предварительного возобновления; г) лесосушения; д) внесения минеральных удобрений перед главной рубкой древостоев. Качество работ учитывается введением коэффициента качества.

Методика, заложенная в основу модели, и порядок расчета с ее использованием заключается в следующем.

1. В целях учета возможного многовариантного влияния основных мероприятий по повышению продуктивности лесов на размер лесопользования устанавливают и выделяют, с одной стороны, хозяйства (фонд), в которых требуется проведение каждого мероприятия по лесоводственным условиям, и, с другой стороны, ожидаемый или проектируемый объем (динамика на перспективу в виде математической модели) каждого мероприятия, применение которого при заданной динамике его объема позволяет реализовать (использовать) в той или иной степени выделенное хозяйство (фонд) для мероприятия.

2. По материалам учета лесного фонда выделяют хозсекции: сосновую, еловую, березовую и осиновую (рис. 1).

3. Каждую хозсекцию делят на три группы типов леса, отражающих разную производительность лесов и требующих разных хозяйственных мероприятий: а) свежие, б) временно избыточно увлажненные, в) избыточно увлажненные.

4. Площади указанных трех групп типов леса каждой хозсекции распределяют по 10-летним классам возраста. Заложена возможность выделения 19 классов возраста, что позволяет охватить весь диапазон возрастов рубок, встречающихся в лесах I—III групп.

5. В соответствии с данными науки, лесоустройства и хозяйственной целесообразности в сосновой и еловой хозсекциях выделяют: а) в свежих типах — хозяйства без подростa, с наличием подростa и выборочное, б) во временно избыточно увлажненных — хозяйства с подростом и без подростa, в) в избыточно увлажненных — без подростa; в березовой и осиновой хозсекциях выделяют: а) в свежих и временно избыточно увлажненных типах леса — хозяйства со вторым ярусом ели и без елового яруса, с наличием ели предварительного возобновления или сосны, б) в избыточно увлажненных — без елового яруса.

Порядок выделения хозяйств следующий. Хозяйство с сохранением подростa устанавливают в процентах от площади всех свежих и временно избыточно увлажненных типов ельников и сосняков, в соответствии с данными науки и лесоустройства по представленности площадей с наличием хвойного подростa. Этот процент является предельной величиной площади с сохранением подростa в динамике. Принято условие, что при поспевании припевающих, средневозрастных насаждений и молодняков процент площадей с подростом примерно одинаков.

Выборочное хозяйство в хвойных лесах свежих типов леса выделяют в процентах от суммы площади спелых и перестойных древостоев в зависимости от представленности разновозрастных древостоев, пригодных для выборочных рубок проектируемой интенсивности. Эта представленность является также предельным значением годичной площади выборочных рубок в динамике. При этом сумма площадей выделенных хозяйств (а значит, и предельных значений объемов рубок) с сохранением и без сохранения подростa, выборочного должна составить 100 %. Выделяемые хозяйства с сохранением подростa и выборочное не являются замкнутыми, так как площади хвойных лесов, в том числе свежих и временно избыточно увлажненных, не являются постоянными, меняются в связи со сменой пород и лесосушением.

6. В соответствии с выделенными хозяйствами проектируют рубки главного пользования: сплошные, с сохранением подростa, комплексные, выборочные требуемой интенсивности.

7. Намечают мероприятия по лесовосстановлению и повышению производительности лесов:

в сосняках и ельниках свежих и временно избыточно увлажненных типов — сохранение подроста при рубке; лесные культуры и содействия после рубки на площадях, где отсутствует подрост; внесение удобрений — перед главной рубкой;

в сосняках и ельниках избыточно увлажненных в вариантах с осушением — осушение до главной рубки, с разнесением его объема пропорционально распределению площади по классам возраста, с переводом осушенных площадей в свежие типы леса в тот класс возраста данной породы, в котором средняя высота равна высоте осушенного древостоя. При этом принимают, что осушенное насаждение с этого момента будет расти в среднем примерно так же, как насаждение свежих типов леса, а класс возраста, в который оно помещено, ниже его биологического возраста;

в березняках и осинниках свежих и временно избыточно увлажненных, где имеется ель II яруса, возникающая естественным путем или в виде культур, в соответствии с рекомендациями науки — ведение комплексного хозяйства на выращивание спелой ели и лиственной древесины; при этом проводят рубки ухода одновременно за елью и лиственными, с отбором и сохранением к главной рубке 500 . . . 600 лучших деревьев березы и 1 000 . . . 1 200 — осины, что позволяет вырастить ель и дополнительно получить высококачественную лиственную древесину, с отдельной рубкой березы и после доразживания — ели;

в березняках и осинниках с примесью сосны и ели предварительного возобновления — рубки ухода за сосной и елью;

в березняках и осинниках избыточно увлажненных типов в вариантах с осушением — осушение перед главной рубкой с переводом площадей в свежие типы леса (рис. 1).

8. Учитывают следующие переходы площадей из хозяйства в хозяйство в результате рубок, проводимых мероприятий и смены пород (рис. 1):

при сплошной рубке сосняков часть вырубков (в соответствии с нормативами для конкретных условий) переносят в березовую хозсекцию в связи со сменой пород; другая часть, обеспеченная возобновлением с преобладанием сосны, остается в сосновой хозсекции;

в сосновую и еловую хозсекции из березовой и осиновой переходят площади, на которых проводят рубки ухода за сосной и елью предварительного возобновления, имеющих в примеси к лиственным;

осушенные сосняки в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса;

при сплошной рубке ельников часть площадей, не обеспеченная возобновлением с преобладанием ели, переходит в березовую и осинную хозсекции, а площади, обеспеченные возобновлением с преобладанием ели, остаются в еловой хозсекции;

осушенные ельники в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса;

в еловую хозсекцию поступают площади с сохраненной елью второго яруса при главной (комплексной) рубке березняков и осинников;

при сплошной рубке березняков и осинников вся площадь остается в лиственных хозсекциях;

осушенные березняки и осинники в вариантах с осушением переходят в свежие типы леса.

9. Фондом для проведения лесокультурных работ служат площади вырубков из-под сосняков, ельников и лиственных, отнесенные в лиственные хозяйства (в  $O_1$  и  $O_2$  классах возраста), на которых не обеспечено возобновление леса с преобладанием хвойных пород; при этом площадь,

на которой созданы культуры сосны, переносят в сосновую хозсекцию, а площадь, на которой созданы культуры ели, остается в лиственных хозсекциях, но в хозяйствах с наличием ели II яруса, так как в этом случае на площади еловых культур поселяются лиственные и формируются (без рубок ухода) двухъярусные лиственно-еловые насаждения.

10. За каждое 10-летие в связи с естественным течением времени площади насаждений перемещаются из одного 10-летнего класса в другой.

11. Переход площадей из класса в класс за каждое 10-летие в связи с рубками и применяемыми мероприятиями осуществляется:

при сплошной рубке сосняков с использованием содействия естественному возобновлению — в  $O_1$  и I классы возраста (в зависимости от конкретных условий) в связи с наличием периода естественного возобновления; с применением лесных культур — в I класс возраста;

при сплошной рубке ельников с применением содействия естественному возобновлению — в  $O_1$  или  $O_2$  классы возраста, в зависимости от продолжительности периода естественного возобновления по группам типов леса; с лесными культурами — в I класс возраста лиственного хозяйства с наличием ели II яруса;

при рубке сосняков и ельников с сохранением подроста — в III или другие классы возраста сосняков или ельников в связи с сокращением периода лесовыращивания за счет подроста;

при выборочных рубках сосняков и ельников — в тот класс возраста, который ниже класса рубки на продолжительность оборота рубки выборочного хозяйства;

после сплошной рубки сосняков и ельников часть площади вырубок, переходящая в лиственные хозсекции, — в  $O_1$  и I классы возраста, в зависимости от продолжительности периода возобновления лиственных;

при сплошной рубке березняков и осинников — в  $O_1$  и I классы возраста;

при рубке (комплексной) лиственных с сохранением ели II яруса — в тот класс возраста еловой хозсекции, который равен периоду сокращения срока лесовыращивания за счет сохраненной ели (в условиях Севера для ели естественного возобновления в березняках — в VI класс возраста, в осинниках — в IV, для ели лесокультурного происхождения в березняках — в VII, в осинниках — в V класс возраста).

Продолжительность периодов лесовозобновления и соотношение площадей, переходящих из хозяйства в хозяйство, устанавливают для конкретных условий.

12. Таким образом, в расчетах учитывают следующий эффект от проводимых мероприятий:

от сохранения хвойного подроста — сокращение срока лесовыращивания на 20...40 лет и, следовательно, соответствующее этому сроку увеличение производительности лесов и размера лесопользования; исключение смены пород на этой площади;

от применения выборочных рубок — увеличение прироста древесины в древостое за счет использования высоковозрастной части древостоя и улучшения условий роста более молодых деревьев; исключение лесовосстановительных мероприятий и смены пород; сохранение средозащитной роли лесов;

от ведения комплексного хозяйства в лиственно-еловых насаждениях с применением рубок ухода за елью и лиственными, с сохранением елового яруса при главной (комплексной) рубке лиственных — дополнительное получение высококачественной лиственной древесины, сокращение срока выращивания технически спелой еловой древесины, повышение продуктивности лесов на 30...40 %;

от применения культур сосны — сокращение срока лесовыращивания за счет исключения периода естественного возобновления; исключение смены хвойных пород на лиственные; возможность повышения производительности лесов за счет замены ели сосной как более производительной древесной породой (в условиях Севера);

от применения культур ели — сокращение срока выращивания ельников за счет исключения периода естественного возобновления, возможность ведения комплексного хозяйства на этой площади вместо чисто лиственного, повышение производительности лесов на 30...40 % в сравнении с чистыми лиственными;

от рубок ухода в лиственных с примесью сосны и ели предварительного возобновления — перевод этих лесов из лиственного хозяйства в сосновое и еловое, увеличение прироста хвойной древесины за счет снижения прироста лиственной;

от лесосушительной мелiorации — увеличение прироста древесины не менее чем в 2 раза за счет улучшения условий местопроизрастания;

от применения минеральных удобрений перед главной рубкой (1 или 2 приема) — получение дополнительной древесины за период увеличения прироста (для условий Севера — в среднем 20 м<sup>3</sup>/га).

13. Объем проводимых мероприятий учитывают во временной динамике. Изучение динамики объема мероприятий, а также других показателей развития лесного хозяйства Европейского Севера за период 1948—1984 гг. показало, что изменение их соответствует логистическим кривым, с наличием вначале замедленного роста, затем — ускоренного и впоследствии — снова замедленного, приближающего показатели к возможному пределу. В программу включена данная функция в общем виде:

$$v = \frac{v_{\text{пр}}}{1 + e^{a - bt}}. \quad (1)$$

Динамика любого мероприятия за длительный период может быть выражена данной функцией в частном виде. Находят значения коэффициентов, предельное значение показателя и подставляют в программу.

14. Расчетные лесосеки по площади и запасу для сплошнолесосечного и выборочного хозяйств рассчитывают в модели-программе по обороту рубки по известным формулам:

$$L_{\text{пл}} = \frac{S_{\text{л.п}}}{U}; \quad (2)$$

$$L_{\text{зап}} = L_{\text{пл}} M_{\text{выр}}. \quad (3)$$

Расчетную лесосеку по запасу в лиственном хозяйстве  $L_{\text{зап}}$  находят по формуле

$$L_{\text{зап}} = \left[ L_{\text{пл}}(1 - 0,01P) - \frac{\Sigma S_{\text{л.к}}}{U_{\text{л}}} \right] M_{\text{л}} + L_{\text{пл}} P_e K_{\text{л}} M_{\text{л}} + \\ + \left[ L_{\text{пл}} \cdot 0,01P + \frac{\Sigma S_{\text{л.к}}}{U_{\text{л}}} - L_{\text{пл}} P_e \right] M_{\text{л} + \text{е}}, \quad (4)$$

где  $L_{\text{пл}}$  — лесосека по площади в лиственной хозсекции;  
 $P$  — процент площади, на которой имеется II ярус ели естественного происхождения;  
 $\Sigma S_{\text{л.к}}$  — сумма площадей лесных культур ели, созданных за оборот рубки лиственного хозяйства;  
 $U_{\text{л}}$  — оборот рубки в лиственном хозяйстве;  
 $P_e$  — коэффициент, показывающий долю площади, на которой сохраняется второй ярус ели при рубке лиственных от

всей лесосеки по лиственному хозяйству (находят в динамике);

$M_{л}$  — запас на 1 га спелых лиственных насаждений;  
 $M_{л+е}$  — запас на 1 га спелых лиственных насаждений с елью во II ярусе;

$K_{л}$  — коэффициент, учитывающий понижение запаса на 1 га спелой лиственной древесины к моменту рубки при ведении комплексного хозяйства.

15. Продолжительность оборота рубки находят как сумму возраста рубки (спелости) и периода естественного возобновления

$$U = A + a. \quad (5)$$

При сохранении подроста оборот рубки сокращается

$$U_{п} = A - a_{п}. \quad (6)$$

16. Условие неуменьшаемости (проходимости) лесосеки, особенно по хвойному хозяйству, рассчитанной по формуле (2), в течение оборота рубки, обеспечивается двухэтапной проверкой и корректировкой ее на неуменьшаемость и непрерывность. Это необходимо в связи с неравномерным распределением площади насаждений по классам возраста и сменой пород.

На первом этапе, на начало каждого расчетного 10-летнего периода, для которых рассчитаны лесосеки, программой находят следующий ряд показателей:

$$\min \left\{ \frac{S_{сп}}{10}, \frac{S_{сп} + S_{сп-1}}{20}, \dots, \frac{S_{л.п}}{U} \right\} = L_{пл}. \quad (7)$$

Минимальный член данного ряда и является величиной расчетной лесосеки по площади, обеспечивающей ее проходимость в течение расчетного периода лесопользования. При этом нет необходимости устанавливать целый ряд «стандартных» лесосек и выбирать из них подходящую. Однако в связи со сменой пород и изменением площади хозяйственных секций в течение всего оборота рубки (особенно с уменьшением хвойного хозяйства), необходима проверка и корректировка расчетной лесосеки с учетом всего оборота рубки.

Для этого (второй этап) на основе расчетных лесосек, установленных на каждое 10-летие и прошедших первый этап проверки, находят средневзвешенную расчетную лесосеку по хвойному хозяйству за тот период, в течение которого она уменьшается. Затем модель выполняет повторный расчет лесопользования в соответствии с приведенной методикой, в результате чего по хвойным и лиственным хозяйственным секциям устанавливают максимальный размер расчетной лесосеки по десятилетиям, но не уменьшающийся в течение оборота рубки.

17. Приведенные положения предназначены для условий, когда главную рубку выполняют строго в размере расчетной лесосеки. В действительности же объем рубки может быть иным. Следовательно, и динамика расчетной лесосеки будет другая. В связи с этим разработано дополнение к модели-программе, позволяющее рассчитать динамику расчетной лесосеки для любого объема рубки.

На рис. 2 показана блок-схема программы.

18. Исходными материалами, необходимыми для расчетов по модели, являются: а) данные о распределении площадей и запасов насаждений объекта по 10-летним классам возраста с разделением их на три указанные группы типов леса (по материалам учета лесного фонда, специальные выборки из материалов лесостроительства); б) данные лесостроительства и научных исследований по наличию в объекте насаждений





с подростом, разновозрастных древостоев, лиственных со II ярусом ели, с примесью сосны и др.; в) рекомендации науки по целесообразности и нормативы эффективности мероприятий по повышению продуктивности лесов и способов рубок; г) возрасты спелости и рубок; д) динамика и прогнозы объема основных мероприятий по повышению продуктивности лесов на длительную перспективу или задаваемый их объем на перспективу и др.

Динамика расчетной лесосеки ННПЛ  
по основным вариантам ведения, лесного хозяйства.  
Архангельская область, леса I, III групп, млн м<sup>3</sup>

Десятилетие	I вариант			II вариант			III вариант		
	Хвойные	Лиственные	Итого	Хвойные	Лиственные	Итого	Хвойные	Лиственные	Итого
1	14,0	4,0	18,0	16,8	4,7	21,5	18,5	4,6	23,1
3	13,9	4,5	18,4	16,7	5,5	22,2	18,6	3,9	22,5
5	14,0	7,2	21,2	16,9	8,1	25,0	19,0	5,1	24,1
7	14,1	9,1	23,2	17,1	9,5	26,6	22,6	5,3	27,9
9	14,2	10,1	24,3	17,3	10,2	27,5	24,0	5,2	29,2
11	14,3	11,8	26,1	17,4	11,5	28,9	24,3	5,0	29,3

В таблице в качестве примера приведены (сокращенно) результаты определения расчетной лесосеки неистощительного пользования лесом в Архангельской области по рассматриваемой модели для трех вариантов (уровней) ведения лесного хозяйства:

I — без мероприятий по повышению производительности лесов, с применением сплошных рубок, с учетом смены пород;

II — для современного уровня ведения лесного хозяйства, применяемых в настоящее время мероприятий и их объемов, с применением сплошных рубок в размере расчетной лесосеки, при реально ожидаемой динамике мероприятий в перспективе (по прогнозам), с учетом смены пород;

III — для высокого уровня ведения лесного хозяйства при увеличении объема мероприятий более высокими темпами до предельного требуемого уровня (лесные культуры, рубки ухода, лесосошение, внесение минеральных удобрений, сохранение подроста, II яруса в лиственных, выборочные рубки в хвойных).

Наращение объема мероприятий учтено от достигнутого уровня в настоящее время. Динамика объема мероприятий на перспективу по вариантам выражена в виде математических моделей (логист) по прогнозам. Расчетные лесосеки установлены по 10-летиям, на оборот рубки.

Расчетная лесосека по хвойному хозяйству в I варианте в течение всего оборота рубки остается постоянной. Лесосека в целом увеличивается за счет лиственной в результате смены пород. В варианте II лесосека в целом значительно выше, чем в I варианте, вследствие проводимых мероприятий по повышению продуктивности лесов. Заметно выше и лесосека по хвойному хозяйству. В варианте III вначале лесосека также выше, чем в варианте II, и в дальнейшем повышается, особенно по хвойному хозяйству, что очень важно. В конце оборота она в 1,5 раза выше, чем во II варианте, и почти в 2 раза, чем в I.

Расчеты по разработанной модели-программе позволяют выявить размер и резервы ННПЛ в зависимости от уровня ведения лесного хозяйства.

Это в свою очередь позволяет сделать соответствующие выводы по уровню лесопользования и ведения лесного хозяйства, принимать соответствующие решения.

Модель проверена авторами путем многовариантных расчетов по областям Севера. Составлен также вариант данной модели для ЭВМ СМ-4 на языке ФОРТРАН-4. Модель предлагается для использования в научно-исследовательской работе для прогнозирования лесопользования и ведения лесного хозяйства, в лесоустроительном проектировании для установления и обоснования размера лесопользования.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д. Влияние мероприятий по повышению продуктивности лесов Севера на размер лесопользования// Вопросы экономики использования и воспроизводства лесных ресурсов на Европейском Севере.— Архангельск, 1975.— С. 153—167. [2]. Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д. Динамическая модель непрерывного пользования лесом// Экономические вопросы развития лесного хозяйства Европейского Севера.— Архангельск, 1981.— С. 47—61.

Поступила 25 июня 1986 г.

УДК 630\*114.351

### ЗАПАСЫ И ХИМИЗМ ПОДСТИЛКИ В БУЧИНАХ И ДУБРАВАХ ОПОЛЬЯ

В. А. СЛЮСАРЧУК

Львовский сельскохозяйственный институт

Лесной опад и подстилка обуславливают характер взаимовлияния между древесными породами и почвой. Поэтому из лесоводственных соображений они заслуживают особого внимания.

Сведения об опад исследуемых фитоценозов приведены нами ранее [11]. Настоящее сообщение посвящено изучению толщины, запасов и химизма подстилки в наиболее распространенных на Ополье (Львовская область) типах леса: свежей и влажной грабовой бучине и свежей буково-грабовой дубраве.

Исследования проведены на семи пробных площадях, заложенных в чистых и смешанных грабово-дубово-буковых древостоях упомянутых типов.

Запасы подстилки определяли согласно методическим указаниям Л. О. Карпачевского, Н. К. Киселевой [5] и А. Медвецкой-Корнась [7], толщину — по А. С. Скородумову [10], химический анализ растительных остатков — по Л. А. Гришиной и Е. М. Самойловой [3]. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики [4].

Результаты исследований толщины и запасов подстилки представлены в табл. 1. Анализ таблицы свидетельствует, что самая меньшая толщина подстилки (до 1,2 см) характерна для грабово-дубовых (проба 19) и дубовых с лещиновым подлеском (проба 20) фитоценозов. Более мощная она (1,8 см) в буковом (проба 10), дубовом (проба 15) и буково-дубовом (проба 3) насаждениях. Промежуточное положение занимают грабово-дубово-буковое (проба 7) и грабово-буковое (проба 1) сообщества.

Минимальный запас подстилки (59 ц/га) отмечается в грабово-дубовом насаждении, максимальный (113 ц/га) — в чистом дубовом. Следовательно, участие граба и лещины в дубовых и буковых насаждениях положительно влияет на деструктивные процессы, ускоряя их, в результате толщина и запасы подстилки в таких насаждениях меньше. Это объясняется высокой зольностью листьев граба и лещины [2, 8, 9].

При изучении обменных процессов существенное значение имеет исследование хода и скорости разложения мертвых растительных остатков, поступающих на поверхность почвы с ежегодным опадом. Таким критерием может служить отношение подстилка : опад [1], которое колеблется от 2,5 для чистых дубовых фитоценозов до 1,1 для грабово-