

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ ЛЕСНОГО УЧАСТКА

А. И. ЧЕРМНЫХ, кандидат сельскохозяйственных наук,  
А. Г. МАГАСУМОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Л. А. БЕЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Д. А. ШУБИН, кандидат сельскохозяйственных наук, докторант,  
Уральский государственный лесотехнический университет  
(620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37)

**Ключевые слова:** подрост, таксационное описание, база данных, обеспеченность, лесовосстановление.

Описана методика получения достоверных данных о состоянии предварительного лесовосстановления с использованием электронной базы данных лесного участка. Анализ подроста основан на использовании электронной базы данных, сформированной из таксационных описаний, в табличном редакторе «Microsoft Office Excel 2016». Использование действующих нормативных документов в сочетании с корректно составленной базой данных лесного участка позволит с минимальными трудозатратами проанализировать обеспеченность подростом предварительной генерации на лесном участке неограниченной площади. Полученные данные позволят оценить каждый выдел и получить общую статистику по всему анализируемому участку. В статье предложены две методики анализа количественных показателей подроста предварительной генерации. Пovyделенная методика описывает возможность анализа количества подроста предварительной генерации на каждом выделе с последующей генерализацией полученных данных в сводные таблицы по всему анализируемому участку. Использование поvyделенной методики анализа позволит получить данные о необходимом способе лесовосстановления согласно критериям действующих нормативных документов. Пovyделенная методика изложена на основе критериев обеспеченности подростом для среднеуральского таежного района с описанием принципа формирования критериев для других районов. Для установления закономерностей накопления подроста рекомендуется использовать методику оценки потенциала лесовосстановления, весь объем базы данных анализируется по среднему значению густоты подроста. Использование предложенных методик позволит сократить трудозатраты при анализе электронных баз данных в несколько раз по сравнению с неавтоматизированным анализом в табличном редакторе и в сотни раз по сравнению с анализом при использовании бумажных таксационных описаний.

## METHODOLOGY FOR EVALUATING THE POTENTIAL OF THE PRELIMINARY FOREST DEPOSITS ON THE ELECTRONIC DATABASE FOREST SITE

A. I. CHERMNYKH, candidate of agricultural sciences,  
A. G. MAGASUMOVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
L. A. BELOV, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
D. A. SHUBIN, candidate of agricultural sciences, doctoral student,  
Ural State Forestry University  
(37 Sibirskiy tract, 620100, Ekaterinburg)

**Keywords:** undergrowth, taxation descriptions, database, availability, reforestation.

The technique of obtaining reliable data on the state of preliminary reforestation using the electronic database of the forest area is described. The analysis of the undergrowth is based on the use of an electronic database, formed from the taxonomic descriptions, in the «Microsoft Office Excel 2016» spreadsheet. The use of the current normative documents in combination with the correctly compiled database of the forest area will allow us to analyze the provision of pre-generation undergrowth in a forest area of unlimited area with minimal labor. The obtained data will allow to estimate each allocation and to obtain general statistics for the entire analyzed area. Two methods for analyzing the quantitative indicators of pregrowth undergrowth are proposed in the article. The advanced technique describes the possibility of analyzing the amount of pregrowth undergrowth at each site, followed by the generalization of the obtained data to summary tables throughout the analyzed site. The use of an advanced method of analysis will provide data on the required method of reforestation according to the criteria of the current regulatory documents. The high-level technique is described on the basis of the criteria of undergrowth for the Middle Urals taiga region with a description of the principle of the formation of criteria for other areas. To establish the laws of accumulation of adolescence, it is recommended to use the methodology for evaluating the potential for reforestation, the entire volume of the database is analyzed according to the average value of the density of adolescence. The use of the proposed methods will reduce labor costs in the analysis of electronic databases by several times in comparison with manual analysis in a spreadsheet and hundreds of times compared to the analysis using paper taxation descriptions.

Положительная рецензия представлена И. В. Петровой, директором Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктором биологических наук; А. П. Кожевниковым, заведующим лабораторией Ботанического сада Уральского отделения Российской академии наук, доктором сельскохозяйственных наук, доцентом.

### Введение

Важнейшей задачей научно обоснованного лесоводства, направленного на непрерывное, неистощительное использование лесов, является формирование насаждений к моменту рубки с достаточным количеством подроста под пологом для успешного лесовосстановления хозяйственно ценными породами и предотвращения нежелательной смены пород [1–3]. Анализ подроста предварительной генерации позволяет установить закономерности накопления подроста под пологом насаждений, что, в свою очередь, обеспечивает корректировку проведения лесоводственных мероприятий для создания оптимальных условий по накоплению подроста. На основе полученных данных об обеспеченности подростом могут быть спроектированы виды рубок спелых и перестойных насаждений и лесовосстановительные мероприятия при сплошных рубках [4, 5].

Анализ подроста основан на статистической обработке электронной базы данных (БД), сформированной из таксационных описаний, в табличном редакторе на примере «Microsoft Office Excel 2016». Структура БД основана на построчном формировании электронного таксационного описания, т. е. каждая строчка БД характеризует отдельный выдел. Информация обо всех элементах насаждения занесена в одну строчку БД с разбивкой на ячейки. Данный анализ можно также произвести с использованием ГИС MapInfo, это усложнит процесс расчета, но позволит дополнительно получить картографические материалы об обеспеченности подростом предварительной генерации [6].

При определении необходимой обеспеченности подростом будем использовать действующий нормативный документ [7], при этом параметры обеспеченности подростом использованы для среднеуральского таежного района.

### Повыделенная методика анализа

1. Отсортируем подрост всех пород по высоте на три категории крупности: мелкий (0,1–0,5 м), средний (0,6–1,5 м) и крупный (более 1,5 м). В таксационном описании присутствует характеристика высоты подроста с точностью до 0,1 м. В БД создадим пустой столбец, выбрав пункт «Вставить» в контекстном меню заголовка столбца книги «Excel». В созданном столбце укажем заголовок набора данных «H\_GR\_PDR» (категория крупности подроста). В массиве данных БД пропишем у каждого выдела с подростом его категорию крупности. Для сортировки по категориям крупности можно воспользоваться функцией «Сортировка и фильтр» либо прописать формулу отбора по показателям: =ЕСЛИМН(B2=0;"нет подростка"; B2<=0,5;"мелкий"; B2<=1,5;"средний"; B2;"крупный"), где B2 – адрес ячейки с информацией о высоте подроста. После вычисления категории

крупности подростка для одного выдела остается только провести заполнение ячеек формулами для оставшихся выделов. Операцию заполнения удобно выполнить комбинацией клавиш Ctrl+D, предварительно выбрав необходимый диапазон ячеек для заполнения, начиная с ячейки-образца (ячейки с прописанной формулой).

2. Для корректных расчетов обеспеченности подростом необходимо привести все выделы к одной категории крупности. Обычно принято переводить мелкий и средний подрост в крупный с коэффициентом густоты 0,5 и 0,8 соответственно. Например, выдел с мелким подростом густотой 4 тыс. шт./га конвертируем в выдел с крупным подростом густотой 2 тыс. шт./га. Осуществить корректировку густоты в зависимости от категории крупности можно инструментами, описанными в 1-м пункте. Формула для расчета: =ЕСЛИМН(B2=0;"нет подростка"; B2<=0,5; C2\*0,5; B2<=1,5; C2\*0,8; CF6;C16), где B2 – адрес ячейки с информацией о высоте подростка, C2 – адрес ячейки с информацией о густоте подростка.

3. Для автоматической оценки обеспеченности подростом каждого выдела необходимо создать новые столбцы с группами пород и типов леса согласно нормативным документам. Для облегчения расчетов необходимо закодировать длинные буквенные обозначения. Разумно будет использовать коды, похожие на стандартную кодировку названия пород и хозсекций. Например, группа пород подростка «Сосна и лиственница» = 11 код, «Ель и пихта» = 12, «Кедр» = 15, «Береза» = 36. Формула для автоматического кодирования пород в «Excel»: =ЕСЛИМН (D2=0;"нет подростка"; ИЛИ(ЛЕВСИМВ(D2;4)="1001"; ЛЕВСИМВ(D2;4)="1004");11; ИЛИ(ЛЕВСИМВ(D2;4)="1002"; ЛЕВСИМВ(D2;4)="1003");12; ЛЕВСИМВ(D2;4)="1005";15; ЛЕВСИМВ(D2;4)="3026";36), где D2 – адрес ячейки с информацией о преобладающей породе подростка. Выборка по названию пород производится согласно стандартной кодировке, используемой при проведении лесоустроительных работ. Если в анализируемой БД кодировка пород отличается от стандартной (100100 – Сосна, 100200 – Ель и т. д.), то необходимо переписать формулу в соответствии с применяемой кодировкой. Группировка по типам леса производится аналогично. «Нагорная и лишайниковая» = 1, «Брусничная, ягодниковая» = 2, «Травяная, липняковая, мшисто-хвощевая, болотно-травяная» = 6. При этом следует учесть, что для соснового и лиственничного подростка необходимо все типы леса из анализируемого участка распределить по наиболее подходящим группам из номеров 1–2, для березового подростка необходимо произвести группировку всех типов леса по номерам 2 и 6. Подрост ели, пихты и кедра можно не распределять по различным типам леса, так как критерии обеспечен-

ности подростом у этих пород не зависят от группы типов леса. Ограничение на количество групп типов леса и их влияние на минимальное количество подраста, необходимое для естественного лесовосстановления, связано с действующими нормативными документами. Если целью анализа обеспеченности подростом является только научный результат, без привязки к законодательным нормативам, рекомендуется расширить количество используемых групп типов леса до полного перечня типологии лесов.

4. Определить необходимый метод лесовосстановления и оценить количество подростка предварительной генерации у каждого выдела можно с использованием функции *ВПР*, она состоит из четырех аргументов (искомое значение; диапазон для поиска значения; номер столбца в диапазоне с возвращаемым значением; точное или приблизительное совпадение – указывается как 0/ЛОЖЬ или 1/ИСТИНА). Для использования формулы необходимо прописать критерии оценки на новом листе «Excel» в виде справочной таблицы.

Согласно местоположению анализируемого участка приведенные в таблице показатели будут отличаться в зависимости от лесорастительного района. При определении лесорастительного района необходимо решить, использовать границы районов, прописанные в законодательных актах или предлагаемые ученым сообществом [8]. При анализе участка, включающего в себя несколько районов, расчеты производятся по отдельности или берется наибольший коэффициент из представленных лесорастительных районов на участке. При создании формулы для расчета способа лесовосстановления стоит обратить внимание, что предел минимального количества подростка для естественного лесовосстановления не включает указанную в таблице цифру, т. е. требуется указывать знак «больше» (>), но предел для комбинированного лесовосстановления включает указанный показатель, для него необходимо использовать знак «больше или равно» (>=). Итоговая формула для

определения способа лесовосстановления после рубки будет иметь вид: =ЕСЛИМН(C2>ВПР(СЦЕПИТЬ(D2;E2);Лист2!A1:C10;2;0); "естественное";C2>=ВПР(СЦЕПИТЬ(D2;E2); Лист2! A1:C10;3;0);"комбинированное"; C2>=0;"искусственное"), где C2 – адрес ячейки с информацией о густоте подростка, D2 – код породы, E2 – код группы типов леса, Лист2!A1:C10 – адрес в таблице на второй вкладке книги «Excel». Если необходимо увеличить количество градаций по способам лесовосстановления, в функцию *ЕСЛИМН* добавляется дополнительное условие, включающее функцию *ВПР*. При дублировании функции *ВПР* требуется изменить номер столбца для поиска значений о наименьшем допустимом количестве подростка для выбранного способа лесовосстановления, за это отвечает второй аргумент в функции *ВПР*.

5. В результате расчета по 4-му пункту методики получится информация о фактической обеспеченности подростом предварительной генерации каждого выдела, но для консолидации данных и получения общих значений по участку требуется воспользоваться функцией создания сводных таблиц. В БД выделим ячейку A1, команда для создания сводной таблицы «Вставка – Таблицы – Сводная таблица». После подтверждения всплывающих диалоговых окон «Excel» создаст пустую сводную таблицу и выведет список «Поля сводной таблицы». В области «Имя поля» сверху установите флажки для полей, которые необходимо добавить в сводную таблицу. Также можно вручную перетаскивать элементы в любые поля сводной таблицы. Если элемент больше не нужен, перетащите его за пределы списка полей или снимите его флажок. Возможность перестановки элементов – одна из особенностей сводной таблицы, благодаря которой можно быстро и легко изменять ее вид. К примеру, для расчета закономерностей обеспеченности подростом предварительной генерации спелых и перестойных насаждений в зависимости от формации насаждения и его полноты необходи-

Таблица  
Справочник оценки обеспеченности подростом для среднеуральского таежного района  
Table

**Handbook of assessing the undergrowth to the middle Ural taiga district**

Код породы + код группы типов леса <i>Code breed + group code t-stand forest</i>	Минимальное количество подростка, тыс. шт./га <i>The minimum number of trees, thousand pieces/ha</i>	
	Естественное лесовосстановление <i>Natural regeneration</i>	Естественное лесовосстановление путем минерализации почвы или комбинированное <i>Natural regeneration by mineralization of the soil or combined</i>
111	2,5	1,0
112	4,0	2,0
12	2,0	1,0
15	1,0	0,5
362	4,0	1,0
366	6,0	2,0

мо перетащить поле с данными о группе спелости в область «Фильтр», поле с названием формации выдела и выбранным способом лесовосстановления – в область «Строки», поле с полнотой – в область «Столбцы», поле с информацией о площади выдела – в область «Значения». По умолчанию поля сводной таблицы, которые находятся в области «Значения», обобщаются с помощью функции СУММ. В результате останется только выбрать в фильтре сводной таблицы группы спелости, отвечающие за спелые и перестойные насаждения. Данная таблица покажет, какая площадь на участке имеет достаточное количество подроста для различных видов лесовосстановления в разрезе лесной формации и ее полноты. После ее анализа можно будет скорректировать ведение лесного хозяйства для достижения оптимальных полнот и породного состава, способствующих накоплению достаточного количества подроста для естественного лесовосстановления вырубаемых площадей. Применение научного подхода при ведении лесного хозяйства позволит сократить материальные затраты на создание лесных культур, тем самым увеличив чистую прибыль предприятия.

#### **Методика оценки потенциала лесовосстановления**

Для оценки потенциала лесовосстановления и установления закономерностей накопления подроста необходимо анализировать весь объем базы данных по среднему значению густоты подроста. При анализе необходимо выбрать способ подсчета среднего значения – на основе среднего арифметического значения от количества выделов или с использованием средневзвешенного значения с учетом площади выдела. Среднее арифметическое – сумма густоты подлеска всех выделов, деленная на их количество, – позволит быстро получить необходимые данные и лучше подходит для установления зависимостей накопления подроста от характеристики насаждения, так как за единицу обсчета зависимости берется не площадь, занятая насаждениями, а отдельное уникальное значение лесорастительных условий (по аналогии с характеристикой пробной площади). Средневзвешенное значение количества подроста более сложно в расчете (будет учитываться площадь каждого выдела), его целесообразно применять при необходимости получить более точные значения обеспеченности подростом на конкретной анализируемой территории, т. е. за единицу обсчета будет использована единица площади (1 га).

Средний показатель в области «Значения» сводной таблицы рассчитывается среднеарифметическим методом, для использования средневзвешенного значения необходимо составить две сводные таблицы: с результатами в виде суммы по столбцу с функцией СУММПРОИЗВ (массив1 – густота подроста, массив2 – площадь выдела) и с результатом в виде суммы площадей выделов. В дальнейшем результаты первой сводной таблицы делятся на результаты второй сводной таблицы, пользователь в итоге получит средневзвешенные значения по густоте подроста в зависимости от площади, занимаемой каждым выделом.

Немаловажным является определение объема выборки для анализа, показатели будут различными в зависимости от конечной цели анализирующего. Для анализа прогнозируемых результатов лесовосстановления после сплошных рубок необходимо оставить в выборке только спелые и перестойные насаждения. Дополнительно необходимо принять решение об использовании в расчетах выделов без подроста. Анализ только выделов с наличием подроста позволит более наглядно и точно отобразить зависимости между количеством накопленного подроста и характеристиками насаждения, но покажет завышенные результаты при анализе обеспеченности подростом конкретной территории. «Excel» считает среднее только по заполненным ячейкам, при необходимости анализа с учетом выделов без подроста в характеристике их густоты необходимо указать «0», иначе при пустом значении ячейки они не попадут в анализируемую выборку.

Осуществление анализа по средней густоте подроста производится по аналогии с выделенной методикой, но результирующие значения берутся не по площади, а по средней густоте подроста на выделе. В область «Значения» переносится поле с информацией о количестве подроста на гектар (будет рассчитано среднее арифметическое). Для анализа подроста необходимо изменить функцию, которая по умолчанию используется для вычисления (СУММ) на расчет средних значений («Среднее»). Для этого щелкните стрелку справа от имени поля и выберите «Параметры полей значений».

Данная методика расчета обеспеченности подростом предварительной генерации позволит ускорить анализ больших лесных участков и апробирована во многих успешных научных изысканиях и публикациях [9–11].

#### **Литература**

1. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала / С. Г. Казанцев, С. В. Залесов, А. С. Залесов. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. университет, 2006. 156 с.
2. Ландшафтные рубки в лесопарках / С. В. Залесов, А. Ф. Хайретдинов. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. университет, 2011. 176 с.

3. Экологизированные рубки леса / В. А. Азаренок, С. В. Залесов. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. университет, 2015. 97 с.
4. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале / А. С. Оплетаяев, С. В. Залесов. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. университет, 2015. 175 с.
5. Сортиментная заготовка древесины / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. университет, 2015. 140 с.
6. Анализ по выделенной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статистически достоверной информации на примере ГИС MapInfo / А. И. Чермных, А. С. Оплетаяев // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 44-1. С. 53–54.
7. Об утверждении Правил лесовосстановления: утв. приказом Минприроды России от 29 июня 2016 г. № 375.
8. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 3. С. 12–19.
9. Обеспеченность подростом предварительной генерации перестойных насаждений Челябинской области / А. С. Оплетаяев, А. И. Чермных, А. Р. Киришбаум // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 42–46.
10. Критерии подбора насаждений для проведения опытных рубок в условиях уральского учебно-опытного лесхоза / Г. А. Годовалов, Е. С. Залесова, А. И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 4. С. 4–12.
11. Обеспеченность подростом кедра сибирского спелых насаждений различных формаций / С. В. Залесов, Л. А. Белов, С. Н. Гаврилов, А. В. Неволин, А. И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 44-1. С. 17–20.

#### References

1. Optimization of forest management in the birch forests of the Middle Urals / S. G. Kazantsev, S. V. Zalesov, A. S. Zalesov. Ekaterinburg : Ural State Forestry University, 2006. 156 p.
2. Landscape felling in forest parks / S. V. Zalesov, A. F. Khayretdinov. Ekaterinburg : Urals State Forestry University, 2011. 176 p.
3. Ecological forest cutting / V. A. Azaryonok, S. V. Zalesov. Ekaterinburg : Ural State Forestry University, 2015. 97 p.
4. Rearrangement of softwood plantations in larch forests in the Southern Urals / A. S. Opletayev, S. V. Zalesov. Ekaterinburg : Ural State Forestry Technical University, 2015. 175 p.
5. Assortment harvesting of woody wood / V. A. Azaryonok, E. F. Hertz, S. V. Zalesov, A. V. Mekhrentsev. Ekaterinburg : Ural State Forestry University, 2015. 140 p.
6. Analysis of the increased geobase using SQL-queries to determine statistically reliable information using the GIS MapInfo / A. I. Chermnykh, A. S. Opletayev // The forests of Russia and the economy in them. 2013. No. 44-1. P. 53–54.
7. On the approval of the rules of reforestation: approved. The Order of the Ministry of Natural Resources of Russia of June 29, 2016 No. 375.
8. On the need to clarify the list of forest areas of the Sverdlovsk Region / G. A. Godovalov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. I. Chermnykh // The forests of Russia and the economy in them. 2016. No. 3. P. 12–19.
9. Provision of pregrowth of preliminary generation of overestimated plantations in the Chelyabinsk region / A. S. Opletayev, A. I. Chermnykh, A. R. Kirschbaum // Successes of modern natural science. 2017. No. 7. P. 42–46.
10. Criteria for the selection of plantations for carrying out experimental fellings in conditions of the Ural educational and experimental forestry enterprise / G. A. Godovalov, E. S. Zalesova, A. I. Chermnykh // The forests of Russia and the economy in them. 2016. No. 4. P. 4–12.
11. Provision of cedar undergrowth of Siberian ripe plantations of various forms / S. V. Zalesov, L. A. Belov, S. N. Gavrilov, A. V. Nevolin, A. I. Chermnykh // The forests of Russia and the economy in them. 2013. No. 44-1. P. 17–20.