

В. Н. Денеко

(Уральская государственная лесотехническая академия)

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ, ПРОВОДИМЫХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПОДСОЧКЕ ЛЕСА ПОДЕРЕВНЫМ МЕТОДОМ

Дана характеристика точности и пригодности применяемых методик обработки экспериментальных данных в подсочке леса, полученных с использованием подеревного метода. Экспериментально обоснована и предложена для использования методика обработки данных, повышающая достоверность выводов.

Подеревный метод заложения опытных участков при исследованиях в подсочке леса применяется исследователями редко, несмотря на явные преимущества в сравнении с другими методами. Однако метод мог иметь более широкое распространение, а возможно, и стал основным, если бы его применение базировалось на достоверных выводах по его пригодности к исследованиям в подсочке леса.

Лабораторией подсочки УГЛТА были проведены многочисленные эксперименты по изучению характеристик каждого из методов отбора опытных насаждений, применяемых в исследованиях по подсочке леса. В данной статье рассмотрен вопрос, касающийся методики обработки полученных результатов полевого опыта, проводимого подеревным методом. Вопрос этот несомненно требует рассмотрения, так как исследователям приходится придерживаться положений, которые не являются научно доказанными, а обычно вытекают из поверхностных наблюдений и логических выводов из них. Изучение этого вопроса важно еще и потому, что по незнанию можно получить ошибочные выводы на заключительном этапе исследований — объективной и верной трактовке результатов эксперимента, несмотря на то, что самая трудоемкая часть работы — полевые исследования, будет выполнена со строгим соблюдением всех методических требований.

Методические условия проводимого опыта описаны во второй нашей статье этого сборника. Дополнительно отметим, что нанесение подновок в течение всего эксперимента осуществлялось опытным вздымщиком, одним и тем же инструментом со строгим соблюдением единой технологии подсочки на каррах опыта и каррах контроля. Расхождение в ширине карр опыта и карр контроля по исследуемым группам деревьев не превы-

шало $\pm 1,5\%$. Коэффициент корреляции между отклонениями в ширине карр рассматриваемых групп деревьев и отклонениями в их смолопродуктивности составил $R = 0,172$ при числе степеней свободы 7, критерий Стьюдента $t = 0,426$. Таким образом, имеющееся расхождение в ширине карр опыта и контроля не влияло на результаты опыта.

В результате эксперимента были получены следующие показатели смолопродуктивности исследуемых карр (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика смолопродуктивности карр контроля и карр опыта за время проведения опыта

Дата замера смолопродуктивности	Смолопродуктивность карр, г/КДП		Отношение смолопродуктивности карр опыта к каррам контроля, %		
	контроль	опыт	контроль	опыт	отклонение от контроля, %
04.07.90	9,681± 0,479	10,140± 0,471	100	104,741	+4,741
13.07.90	9,700± 0,427	9,560± 0,379	100	98,557	-1,443
25.07.90	11,070± 0,431	11,308± 0,402	100	102,149	+2,149
10.08.90	8,595± 0,392	8,489± 0,346	100	98,767	-1,233
В среднем за опыт	9,762	9,874	100	101,147	+1,147

Рассмотрим возможные варианты окончательной интерпретации полученных данных не только в данном опыте, когда на каррах опыта и каррах контроля применялась единая технология подсочки, а главным образом, опираясь на данные этого эксперимента, для классических опытов в подсочке леса, когда на каррах опыта применяется технология, отличная от таковой на каррах контроля.

Вариант I. Для обеспечения высокой точности выводов по результатам обработки полученных данных в каком-либо эксперименте, проводимом с различным технологическим режимом на карре опыта и карре контроля, исследователю необходимо знать, одинаковы ли смолопродуктивности этих карр в течение всего времени проведения эксперимента или они имеют различные значения при едином технологическом режиме. В случае, если смолопродуктивности обеих карр, расположенных на одном стволе дерева, совершенно одинаковы при единой технологии подсочки (а это был бы идеальный вариант для точности исследований), то все из-

менения смолопродуктивности на карре опыта можно было бы отнести на счет действия тех отличий в технологии, которые применяет исследователь в качестве изучаемого фактора на карре опыта.

Вариант II. Однако это условие может и не выполняться, а необходимая точность выводов будет все же получена, если выход живицы с карр будет различным, но величина этого различия будет также сохраняться в течение всего периода опытной подсочки. В этом случае исследователю в течение нескольких первоначальных обходов необходимо будет определить исходные смолопродуктивности карр и, зная разницу в их значениях, учитывать ее при окончательной обработке материала.

Вариант III. В случае, если расхождение в смолопродуктивности карр в равных условиях их эксплуатации имеет разброс значений как в ту, так и в другую сторону, то необходимо выявить закономерности этих отличий, а если таковых нет или не удастся их установить, то исследователю остается только одно — определить ошибку получаемых результатов и, зная ее, судить о их достоверности.

Ввиду того, что в данном эксперименте на каррах применялась единая технология подсочки, а карра опыта и карра контроля выбиралась произвольно, то результаты, полученные по карре опыта, также могут быть отнесены и к карре контроля, т. к. исследователь вполне может принять за карру опыта карру контроля.

Рассмотрим конкретно каждый из вышеописанных вариантов обработки полученных результатов.

Большинство исследователей при окончательных выводах по экспериментам, проводимым подеревным методом, исходят из того, что смолопродуктивности карр контроля и карр опыта равны между собой в течение всего времени проведения исследований при единой технологии подсочки. Отсюда следует, что смолопродуктивность карр опыта в данном случае будет составлять 100% от смолопродуктивности карр контроля при каждом их очередном замере. В процессе опыта, когда на опытной карре применяется технология подсочки, отличная от технологии на карре контроля, изменения в показателях смолопродуктивности на карре опыта можно объяснить влиянием различий в технологии. Однако, как видно из табл. 1 и 2, такое мнение не соответствует действительности и расхождение в показателях средней смолопродуктивности карр опыта и карр контроля (замеренных через 2—3 обхода) с количеством опытных деревьев до ста стволов, может достигать 5%. Обычно исследователями при подеревном методе берется не сто карр, а значительно меньше (20—50). Следовательно, расхождение в смолопродуктивности карр в этом случае может быть еще больше, вследствие чего при обработке полевых данных, придерживаясь мнения о равной смолопродуктивности карр, можно получить результаты, не соответствующие реальному положению вещей.

Данный вывод касается прежде всего случаев, когда для проведения эксперимента применяется малое количество опытных деревьев (до 50 шт.). Так, в группе из 20 деревьев смолопродуктивность карр опыта, опре-

деленная в различные периоды времени (через 2—3 обхода) одновременно у обеих исследуемых карр, могла быть ниже на 6,8%, чем на каррах контроля в одно время и выше на 17,3% в другое. У следующих групп с таким же количеством деревьев расхождение в смолопродуктивности было несколько ниже и в случае с минимальным значением находилось в пределах от -1,20 до +0,59, что уже являлось бы вполне приемлемой погрешностью для большинства исследований. Однако учитывая то, что мы не можем узнать, какое различие в смолопродуктивности карр будет иметь место при проведении какого-либо опыта на деревьях, отобранных для эксперимента, нам необходимо для наибольшей надежности выводов придерживаться максимальной погрешности, т. е. $\pm 17\%$, что уже не может быть приемлемым для большинства исследований в подсочке леса.

Таблица 2

Различия в смолопродуктивности карр опыта и карр контроля

Число групп деревьев	Число деревьев в группе	Смолопродуктивность карр опыта в сравнении с каррами контроля (%), по исследуемым группам с предельными значениями различий	
		по абсолютной величине max/min	в пределах «от» и «до»
9	10	$\frac{30,93}{7,40}$	от -8,72 до +22,21 от -7,25 до +0,15
9	20	$\frac{24,13}{1,79}$	от -6,79 до +17,34 от -1,20 до +0,59
6	30	$\frac{17,65}{2,96}$	от -7,29 до +10,36 от -2,96 до 0,00
6	40	$\frac{12,54}{2,86}$	от -3,18 до +9,36 от +2,85 до +5,71
4	50	$\frac{11,46}{1,31}$	от -4,27 до +7,19 от +3,25 до +4,56
1	90	6,19	от -1,44 до +4,75

Для получения более высокой точности выводов по результатам исследований необходимо брать для опыта большее число деревьев, т. е. ≥ 50 шт. Максимальное расхождение в смолопродуктивности исследуемых карр при 50 опытных деревьях составило $\pm 7,2$, а при 90 деревьях $\pm 5\%$.

Обобщая сказанное, можно отметить, что смолопродуктивности карр одного и того же дерева могут менять величину своих значений относительно друг друга в различные периоды времени проводимого эксперимента.

Рассмотрим возможность использования исходной смолопродуктивности исследуемых карр, определенной в начале опыта, с целью дальнейших корректировок получаемых результатов. В случае использования такой методики обычно в первые 2-5 обходов исследователю необходимо провести подсочку на каррах опыта и контроля по единому технологическому режиму, при котором и определяется смолопродуктивность карр опыта и карр контроля. В описываемом опыте (см. табл. 1) исходную смолопродуктивность карр мы определили по двум обходам. В результате было выяснено, что смолопродуктивность карр опыта была выше смолопродуктивности карр контроля на 4,74%. Следовательно, придерживаясь мнения, что данная разница в смолопродуктивности карр будет сохраняться в течение всего опыта, мы для получения точной информации об изменениях смолопродуктивности опытных карр, вызванных влиянием только изучаемых отличий в технологии подсочки, должны будем из последующих значений смолопродуктивности опытных карр вычитать 4,74%, т. е. разницу, которая была определена при работе карр в единых технологических условиях.

Следуя этому принципу, определим смолопродуктивность карр опыта в сравнении с каррами контроля за весь период исследования, исключая те обходы, при которых проводилось определение исходной смолопродуктивности. В результате выход живицы с карр опыта будет составлять 99,82% от выхода живицы с карр контроля, что и будет являться верным результатом, т. к. эти данные получены на действительных фактах. Этот результат будет служить нам ориентиром при анализе рассматриваемой методики. Если мы откорректируем полученные полевые данные с учетом исходной смолопродуктивности, то получим значение смолопродуктивности карр опыта от 13.07, равную 93,82%, 25.07. — 97,41%, 10.08. — 94,03%, что в итоге при подсчете смолопродуктивности карр за весь период составит 95,08% по отношению к каррам контроля. Разница с каррами-контроля составила -4,9%, что отличается в 2,8 раза от расхождений, имевших место на самом деле.

Таким образом, использование значений исходной смолопродуктивности, определенной по двум и даже четырем обходам для корректировки результатов опыта, не повышает точности выводов, а наоборот, может снизить ее. Конечно, в некоторых случаях определение исходной смолопродуктивности может сыграть положительную роль в повышении точности выводов, однако исследователь не может знать точно, как именно будет действовать эта поправка, в положительную или отрицательную сторону в каждой конкретно рассматриваемой группе деревьев, участвующих в опыте. Поэтому определение исходной смолопродуктивности карр по 2-4 обходам не обеспечивает повышения точности выводов при подеревном методе.

Таким образом, нам осталось рассмотреть последний — третий вариант. Вследствие того, что смолопродуктивность карр опыта и карр контроля может несколько изменять свое значение относительно друг друга в течение опыта, а учесть эти изменения путем обнаружения какой-либо

закономерности не представляется возможным, то исследователю необходимо знать возможные границы этих отклонений, при каждом числе опытных деревьев, взятых для опыта, и считать эти отклонения за возможную ошибку получаемого результата. Величина возможной ошибки полученных результатов полевого опыта в зависимости от числа деревьев и количества проведенных обходов приведена в табл. 3.

Таблица 3

Величина возможной максимальной ошибки в результатах полевого опыта, проводимого подеревным методом

Кол-во деревьев в опыте	Значение возможной максимальной ошибки результата, %	
	при 2-3 обходах	при 10 обходах
10	±26%	±14%
20	±17%	±6%
30	±10%	±4%
40	±9%	±2%
50	±7%	±1,5%
90	±5%	±0,5%

Примечание. За значение ошибки принято максимальное расхождение в смолопродуктивности карр опыта и карр контроля, которое имело место при отслеживании смолопродуктивности в течение эксперимента у различных по количеству деревьев групп, участвующих в опыте.

Более высокое значение ошибок, имевших место при замерах смолопродуктивности через 2—3 обхода, можно объяснить тем, что на их величину могли повлиять временные изменения климатических, почвенных или каких-либо других условий, которые и создавали несколько различные условия для продуцирования живицы смоляными аппаратами каждой из карр. Ошибки меньшего значения при большем числе проведенных обходов можно объяснить тем, что в течение более длительного периода опытных исследований смоляные аппараты каждой из карр успевают попадать как в благоприятные условия для выделения живицы, так и в неблагоприятные, благодаря чему и происходит некоторое сглаживание различий в смолопродуктивности карр.

Рассмотрим применение значений ошибок, приведенных в табл. 3, для определения достоверности полученных результатов.

Вследствие того, что исследователь заранее не может определить, в какую из сторон будет направлено отклонение в смолопродуктивности карр опыта в каждой группе деревьев, участвующей в опыте, не связанное с отличиями в технологии, то для вполне достоверного вывода по результатам исследований необходимо руководствоваться его максимальным значением, а за достоверную эффективность принимать значе-

ние, полученное путем вычета из неоткорректированной величины эффективности значения отклонения (максимальной ошибки). Рассмотрим на примере использование предлагаемой методики.

Для испытания какого-либо стимулятора подеревным методом было отобрано 50 деревьев. В результате проведенного опыта было получено увеличение выхода живицы на карре опыта на 7% после трех проведенных обходов. В этом случае говорить о достоверной эффективности стимулятора не следует, т. к. она находится в пределах ошибки, имевшей место при данных методических условиях опыта. Если же данное увеличение выхода живицы получено на этом же количестве деревьев, но с проведением 10 обходов, то мы можем говорить о действительной эффективности этого стимулятора, повышающего выход живицы на 5,5%.

Предлагаемая методика повышения достоверности получаемых результатов опыта, учитывающая максимальные значения возможных ошибок, в настоящее время может оправдать себя, т. к. рассматривая хотя бы такую сторону исследований в подсочке леса, как испытание стимуляторов, видим, что методическая сторона этих исследований проработана весьма слабо. Доказательством сказанному служит то, что к настоящему времени найдено и предложено исследователями для внедрения в производство несколько сотен стимуляторов. При испытании в опытных работах их эффективность была выше применяемых в производстве. Однако при последующей проверке эффективности этих стимуляторов другими исследователями, их преимущество не подтверждалось, а если и подтверждалось, то непостоянно. По этим же причинам, если стимуляторы все же были рекомендованы в производство, производственники отвергали их полностью после небольшого срока эксплуатации, и к настоящему времени в производстве используется буквально 3—4 стимулятора из числа тех, которые стали использоваться в подсочке еще 20 лет назад.

Для ясности рассматриваемого здесь вопроса необходимо коснуться и порядка сравнения смолопродуктивности опытных карр со смолопродуктивностью карр контроля. Наиболее ясную картину об эффективности изучаемого явления (для исследований, в которых не изучается динамика самого процесса) дает сравнительный анализ средних значений изучаемых величин по итогам всего опыта. При таком сравнении нами сделан вывод о том, что средний выход живицы с карр опыта составлял 101% от выхода живицы с карр контроля (не исключая обходы, по которым определялась исходная смолопродуктивность).

В связи с тем, что основная масса выводов при исследованиях, рассматривающих какие-либо вопросы повышения эффективности подсочного производства, базируется на сравнительном анализе средних величин изучаемых явлений, рассмотрим порядок сравнения смолопродуктивности исследуемых карр, беря итоговые значения средних величин, наиболее ясно представляющие результаты эксперимента. Обратимся к табл. 4, где представлена величина отклонений смолопродуктивности карр опыта и контроля за время опыта к средним значениям смолопродуктивности каждой из карр за сезон. Из анализа представленного мате-

риала следует вывод, что сравнение смолопродуктивности опытных карр со смолопродуктивностью карр контроля можно проводить только по тем результатам, которые получены по данным каррам за единый промежуток времени. Если же не следовать этому правилу, а сравнивать смолопродуктивность, полученную на каррах опыта от 25.07 к выходу живицы с карр контроля за 04.07 или за 13.07, как и к среднему по ним, то мы получим результат, глубоко ошибочный, а вывод из такого сравнения будет указывать на значительное повышение выхода живицы с карр опыта по отношению к каррам контроля, что никак не соответствует действительности. В случае же, если мы будем придерживаться указанного порядка, то мы получим наиболее точный результат, т. к. действительное, даже максимальное расхождение в средней смолопродуктивности рассматриваемых карр составило 3,5%. Данные табл. 4, наглядно показывают, как сильно может меняться значение смолопродуктивности одних и тех же карр в различные промежутки времени. Этим дополнительно подтверждается основа методических требований: между объектом опыта и объектом контроля не должно быть никаких отличий кроме тех, которые служат объектом изучения.

Таблица 4

Величина отклонений в значениях смолопродуктивности карр опыта и карр контроля к средней смолопродуктивности каждой из карр за сезон

Дата замера смолопродуктивности	Смолопродуктивность карр, % к среднему значению		Отклонения смолопродуктивности от среднего значения, %	
	контроль	опыт	контроль	опыт
04.07.90	99,18	102,69	-0,82	+2,69
13.07.90	99,37	96,82	-0,63	-3,183
25.07.90	113,41	114,52	+13,41	+14,52
10.08.90	88,05	85,97	-11,95	-14,03

$\bar{X}_{\text{контроля}} = 9,762$ (100%), $\bar{X}_{\text{опыта}} = 9,874$ (101,147%)

В заключение следует отметить, что для обработки полевых данных и получения точных результатов, а соответственно и последующих достоверных выводов могут служить методы математической статистики, которые и по настоящее время сравнительно мало используются для обработки данных, полученных при исследованиях в подсочке леса. Применение их не замедлило бы сказаться на точности исследований и помогло бы устранить ошибки, часто имеющие место в выводах по проводимым исследованиям.

В данной статье рассмотрена возможность устранения какой-то части ошибок в выводах, сделанных по результатам полевых исследований, без привлечения специальных методов математической статистики, что не всегда бывает возможно, да и оправданно по известным причинам, как в среде производителей, стремящихся повысить эффективность производства, так и в среде исследователей.