

УДК 631. 6:519

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КОМБИНАТОРИКА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МНОЖЕСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ СЕЛЬХОЗИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Н. К. Вахонин**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

*Ключевые слова:* оптимизация сельхозиспользования, полевые опыты, зависимости урожайности, варианты экспериментов, поля, культуры.

### **Введение**

Оптимизация сельскохозяйственного использования не на валовые, а на экономические показатели заключается в выборе оптимального варианта размещения  $n$  культур по  $m$  полям и распределения ограниченных ресурсов между всеми управляемыми урожаеобразующими факторами, обеспечивающего получение максимального дохода.

Наиболее критичной для строгой математической записи задачи оптимизации, и соответственно для получения в результате её решения действительно оптимального варианта, является надежность используемых многофакторных зависимостей урожая (по которым непосредственно считаются доходы) от урожаеобразующих факторов для различных поле-культур.

Для реальных задач эти зависимости могут быть получены исключительно эмпирически посредством сглаживания результатов многофакторных полевых опытов по урожайности полиномом постулируемого вида [1,2].

### **Расчеты числа экспериментов для получения зависимостей урожайности**

При оптимизации сельскохозяйственного использования часть возможных для выбора альтернатив имеет непрерывный, а часть дискретный характер. Непрерывное (бесконечное) множество представляет собой каждый из количественно измеримых факторов интенсивности растениеводства: дозы применяемых удобрений, водный режим почвы и т.п. Урожайность сельскохозяйственной культуры в зависимости от этих аргументов может быть получена посредством проведения соответствующего набора многофакторных экспериментов при различных значениях уровня каждого фактора, число которых определяется на основе решения задачи планирования экспериментов, по результатам которых идентифицируется зависимость принятого вида (алгебраический полином, экспонента и т.п.).

Качественно измеримые и измеримые в шкале наименований альтернативы: виды культур, их распределение по различающимся полям (типы полей), последовательность чередования культур по годам имеют дискретный характер. Возможное множество

этих альтернатив велико, однако главным является то, что оно счетное.

При этом, в отличие от количественно измеримых факторов, между этими дискретными показателями урожайность интерполироваться не может и поэтому для каждого из этого счетного множества вариантов (каждой культуры на каждом поле, причем при различных вариантах предшественников), должна получаться своя собственная зависимость урожайности от множества остальных вышеупомянутых количественно измеримых урожаеобразующих факторов (дозы удобрений, средств защиты, водный режим и т.п.), для чего должны быть проведены эксперименты для каждого из их сочетаний. Таким образом, для получения многофакторных зависимостей урожайности в строгой постановке для каждого зафиксированного набора количественно измеримых факторов (уровня питания, водного режима, и т.п.) необходима организация огромного числа вариантов опытов, формируемых в двухмерном пространстве: влияния соседей (аллелопатия) – в пределе влияния сочетания культур на всех полях на урожай рассматриваемой культуры на данном поле и различных вариантов последовательности следования этих наборов культур по годам.

Очевидно, что для осуществления опытов и расчетов важно знать количество необходимых их вариантов.

Расчет комбинаторного числа вариантов в задачах оптимизации сельскохозяйственного использования необходимо рассматривать для двух случаев: идентификации зависимостей урожайности и перебора альтернатив при оптимизации размещения культур по полям. Т.е. необходимо знать:

I. Число вариантов полевых опытов, которые необходимо провести, чтобы получить (**идентифицировать**) **зависимости урожая** каждой культуры  $j$  на каждом имеющемся поле  $i$ .

При этом могут иметь место два случая:

а) имеется  $m$  конкретных полей с различными свойствами, для каждого из которых и необходимо получить зависимость урожая для  $n$  различных культур, причем в наиболее общем случае дискретизированно для различных вариантов соседей, а также культуросмены (предшественников) по годам. Очевидно, что в данном случае число опытных полей в конкретном году по неизбежности равно числу реальных полей и требуется  $T_{\text{лет}}$  для проведения на них всех необходимых опытов для получения вышеприведенных зависимостей;

б) выделено  $m$  классов полей с типизированными свойствами (например, по типу почвы) для идентификации зависимостей урожайности  $n$  различных культур. Для каждого из них в каждом году может быть задействовано для опытов, вообще говоря, любое число подобранных идентичных полей с требуемой группой свойств и в пределе все варианты опытов могут быть проделаны за один год, более того даже в  $l$ -кратной желаемой

мой повторности (причем в однородных условиях с точки зрения стохастических погодно-климатических условий, так как опыты в одном году).

II. Число вариантов (численных экспериментов), перебор которых необходимо осуществить для нахождения лучшего из них при решении задачи **оптимизации размещения**  $n$  культур на  $m$  полях.

Анализ числа вариантов, подлежащих просчету при оптимизации, приведен в [2].

При решении задачи идентификации зависимости урожайности  $n$  культур речь идет о числе опытных полей, необходимых для проведения достаточного числа экспериментов, и необходимого числа лет для их осуществления для получения этих зависимостей. При этом в предельном случае речь идет о размещении  $n$  культур на  $m$  реальных полях.

Рассмотрим случай пренебрежения влияния на урожай предшественников, т.е. с учетом "однолетней памяти".

В наиболее общем случае учета "предельной аллелопатии", когда на каждое поле по-разному влияет расположение культур сразу на всех остальных полях, число всех таких возможных сочетаний взаиморасположения культур, т.е. количество подлежащих нахождению зависимостей урожая (для каждой культуры на каждом поле при всех возможных сочетаниях соседей на остальных полях), является наибольшим и определяется (без повторностей для учета стохастичности погодно-климатических условий по годам) зависимостью

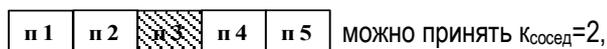
$$N_{nm} = n^m = n \cdot n^{m-1} = n \cdot n^{K_{\text{сосед.пред.}} - 1}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{сосед.пред.}} = m-1$  – количество полей, являющихся предельным числом соседей для одного поля внутри этих полей, для которого необходимо получить зависимость урожая для  $n$  культур.

Таким образом, при пренебрежении влиянием предшественников, предельное число необходимых вариантов полевых опытов для идентификации зависимостей урожайности соответствующее случаю учета взаимовлияния всех вариантов сочетаний  $n$  культур, размещаемых на полях, определяется по зависимости (1).

При этом ежегодно варианты опытов образуются всеми  $m$  полями, а задействовано в году может быть от 1 до  $n$  культур.

Если пренебречь слабым влиянием аллелопатии всех далеко лежащих полей, т.е. считать, что она проявляется не от всех  $m$  полей, а лишь от  $K_{\text{сосед}}$  ближайших соседей (например, для размещения полей



для размещения полей

п 1	п 2	п 3	п 4	п 5
п 6	п 7	п 8	п 9	п 10

можно принять  $K_{\text{сосед}} = 3$  или 5,

а для размещения полей

п 1	п 2	п 3	п 4
п 5	п 6	п 7	п 8
п 9	п 10	п 11	п 12

можно принять  $K_{\text{сосед}} = 4$  или 8),

то число необходимых вариантов экспериментов по размещению  $n$  культур для одного поля определяется по зависимости аналогичной (1), в которой вместо  $K_{\text{сосед,предел}}$  используется принимаемое реально  $K_{\text{сосед}}$ :

$$N_{K_{\text{сосед}}} = n \cdot n^{K_{\text{сосед}}} = n^{K_{\text{сосед}} + 1}. \quad (2)$$

Подходя формально, если для одного поля число экспериментов определяется по (2), то для  $m$  полей при учете влияния на каждое только  $K_{\text{сосед}}$  ближайших соседей, число экспериментов в пределе можно определить по зависимости

$$N_{m, K_{\text{сосед}}} = m \cdot n \cdot n^{K_{\text{сосед}}} \quad (3)$$

Зависимость (3) является аналогом зависимости (1), но для случая влияния только  $K_{\text{сосед}}$  ближайших полей, а не учета взаимовлияния их всех сразу. Учитывая однако, что так как в действительности эксперименты на соседних полях являются одновременно данными по взаимовлиянию не для одного, а сразу для  $K_{\text{сосед}}$  (см. например, табл. 1 вариантов опытов для  $n = 4$  культуры (а, б, в, г) при  $K_{\text{сосед}} = 2$ , где для каждого поля

$N_{K_{\text{сосед}}} = n \cdot 4^2 = 64$  варианта) если вариантом считать размещение культур на всех полях в конкретном году, то в действительности число таких вариантов определяется не по (3), а равно числу вариантов как и для одного поля по (2).

Если не учитывать аллелопатию вообще (т.е. полагать число влияющих соседей  $K_{\text{сосед}} = 0$ ), то число необходимых вариантов опытов для определения зависимостей урожая для  $n$  культур на  $m$  полях наименьшее и определяется строго по формуле

$$N_{\text{без аллелопатии}} = n \cdot m. \quad (4)$$

Очевидно, что так как мы имеем всего  $m$  реальных полей, то для получения для

Таблица 1. Варианты опытов  $n = 4$  культуры (а, б, в, г) для  $K_{сосед} = 2$  соседей, т.е.  $t = 3$  (поля П2 и П3 для П1)  $N_{пт} = 4^3 = 64$

поля годы	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
$n=4$  $n^2=16$             $n=4$	а	а	а	а	а	а	а
	а	а	б	а	а	б	а
	а	а	в	а	а	в	а
	а	а	г	а	а	г	а
	б	а	а	б	б	а	б
	б	а	б	б	б	б	б
	б	а	в	б	б	в	б
	б	а	г	б	б	г	б
	в	а	а	в	в	а	в
	в	а	б	в	в	б	в
	в	а	в	в	в	в	в
	в	а	г	в	в	г	в
	г	а	а	г	г	а	г
	г	а	б	г	г	б	г
	г	а	в	г	г	в	г
	г	а	г	г	г	г	г
а	б	а	а	б	а	в	
а	б	б	а	б	б	в	
а	б	в	а	б	в	в	
а	б	г	а	б	г	в	
б	б	а	б	в	а	г	
б	б	б	б	в	б	г	
б	б	в	б	в	в	г	
б	б	г	б	в	г	г	
в	б	а	в	г	а	а	
в	б	б	в	г	б	а	
в	б	в	в	г	в	а	
в	б	г	в	г	г	а	
г	б	а	г	а	а	б	
г	б	б	г	а	б	б	
г	б	в	г	а	в	б	
г	б	г	г	а	г	б	
а	в	а	а	в	а	в	
а	в	б	а	в	б	в	
а	в	в	а	в	в	в	
а	в	г	а	в	г	в	
б	в	а	б	г	а	г	
б	в	б	б	г	б	г	
б	в	в	б	г	в	г	
б	в	г	б	г	г	г	

каждого из них зависимости урожая для разных культур, причем соответствующего всем сочетаниям соседей на остальных полях по (1), одного года (в котором реализуется только один вариант взаиморасположения культур) недостаточно, а требуется число лет  $T=N$ , т.е. соответственно:

для случая "предельной аллелопатии"

$$T = n^m, \quad (5)$$

для случая учета  $K_{\text{сосед}}$

$$T = n^{K_{\text{сосед}} + 1}, \quad (6)$$

для случая без учета аллелопатии

$$T = \frac{N_{\text{без аллелопатии}}}{m} = n. \quad (7)$$

Если дополнительно упростить задачу, положив, что все поля одинаковы с точки зрения получения урожая каждой из культур, то число вариантов для одного поля по-прежнему определяется по зависимости (2), но так как все поля одинаковы, то для проведения одного варианта эксперимента достаточно задействовать  $(K_{\text{сосед}}+1)$  поля. Тогда при наличии  $m$  полей в год может быть реализовано  $m / (K_{\text{сосед}} + 1)$  вариантов и при общем числе вариантов, определяемом по (2), необходимое число лет для их проведения определяется зависимостью

$$T = n^{K_{\text{сосед}} + 1} \cdot \frac{(K_{\text{сосед}} + 1)}{m}. \quad (6')$$

Для случая пренебрежения аллелопатией число необходимых вариантов опытов исходя из (7), равно числу культур  $n$ , а имея  $m$  полей, если каждое из них задействовать под различные варианты, для реализации всех опытов потребуется число лет

$$T = \frac{n}{m}. \quad (7')$$

Очевидно, что размещение всех возможных сочетаний культур для получения зависимости урожая от соседей в течение  $T_{\text{лет}}$  опытов может быть осуществлено различными вариантами последовательности следования этих наборов за эти годы (т.е. при различных влияниях предшественников). Количество возможных вариантов последовательности культуросмены по годам за  $T_{\text{лет}}$  по (5) определяется по зависимости

$$R_T = n^m \cdot T \quad (8)$$

Понятно, что при выборе каждого из этих вариантов культуросмены получаемая зависимость урожайности для одного и того же варианта сочетания культур на полях будет различной (так как различными будут предшественники за Т прошлых лет). Поэтому в наиболее общем виде каждый из наборов размещения культур по полям необходимо реализовать во всех вариантах следования культур по годам.

При этом серии по годам ещё разнятся и по погодно-климатическим условиям, для корректного учета чего необходим многократный повтор рассматриваемых серий с каждым вариантом сочетания культур, обеспечивающий учет стохастичности погодно-климатических условий.

Сводка формул для расчета числа вариантов опытов, необходимых для получения зависимостей урожая для поле-культур, приведена в табл. 2. Дополнительно в пятой колонке таблицы приведено необходимое число Р полей-аналогов для проведения всех вариантов экспериментов, требуемых для идентификации зависимостей урожая n культур на m типах полей за один год.

Отметим, что в этой таблице приведены формулы для расчета числа вариантов для условий:

- один общий вариант всех остальных количественно измеримых факторов урожая (удобрения, водный режим и т.д.);
- нуль-летний учет предшественников;
- одноразовая (одногодичная) статистическая повторность учета случайных погодно-климатических условий;
- однократный повтор эксперимента (для реализации  $K_{\text{повт}}$  - кратной повторности каждого опыта в году необходимо задействование в  $K_{\text{повт}}$  раз большего количества полей).

Для набора статистики погодно-климатических условий по годам необходимо в  $t_{\text{лет}}$  раз увеличить число лет проведения опытов (колонка 4 табл. 2 для m полей) или провести их  $t_{\text{лет}}$  для Р полей (колонка 5 табл. 2).

Следует отметить, что табл. 2 отражает дискретное число необходимых вариантов опытов и число обязательно устанавливаемых дискретно зависимостей урожая для каждого поля – культуры. При этом, если рассматриваются реальные натурные поля, то в экспериментах природно-климатические условия автоматически учитываются свои на каждом поле. Если же используются некоторые типизированные поля, полученные для которых зависимости урожая будут использоваться универсально для полагаемых аналогичными полей, то при выделении типовых их классов по меньшей мере должны быть учтены основные природно-климатические характеристики:

- 1) рельеф (западина, холм, равнина, склон)  $I_1 = 4 \div 5$  значений;
- 2) тип почвы (песок, супесь, суглинок, глина, торф)  $I_2 = 5 \div 6$  значений и более;
- 3) регион, т.е. погодно-климатические условия (север, центр, юг республики)  $I_3 = 3$  значения (или по областям – тогда  $I_3 = 6$  значений);
- 4) характер увлажнения (мелиорированности) (избыточно увлажненный, нормальный, засушливый)  $I_4 = 3$ .

Таблица 2. Число вариантов необходимых опытов размещения  $n$  культур на  $m$  полях и необходимого количества лет для их проведения для случая не учета предшествующих, т.е. 1-годичная память (0-летние предшествующие) для получения требуемых зависимостей урожайности поля-культуры

Тип зависимости урожай (вид многофакторного эксперимента)	Число вариантов опытов (необходимых зависимостей урожая), $N$	Число полей, задействуемых в варианте опытов	Число лет, необходимое при использовании всех $m$ полей для реализации опытов, $T_{лет}$	Необходимое число аналогов для реализации опытов за 1 год, $P$	Число вариантов размещения культур при оптимизации (подлежащих перебору вариантов)
1	2	3	4	$5=2*3$	6
Предельный учет аллелопатии влияния всех полей друг на друга	$n^m$	$m$	$n^m$	$m \cdot n^m$	$n^m$
Учет зависимости от соседей ближайших соседей	$n^{K_{сосед}+1}$	$m$	$n^{K_{сосед}+1}$	$m \cdot n^{K_{сосед}+1}$	$n^m$
То же, но полагая поля одинаковыми	$n^{K_{сосед}+1}$	$K_{сосед} + 1$	$\frac{K_{сосед} + 1}{m} \cdot n^{K_{сосед}+1}$	$K_{сосед} + 1 \cdot n^{K_{сосед}+1}$	$n^m$
Без учета влияния соседей	$n \cdot m$	1	$\frac{n \cdot m}{m} = n$	$n \cdot m$	$n^m$
Без учета влияния соседей и полагания полей одинаковыми	$n$	1	$\frac{n}{m}$	$n$	$n$

Тогда число возможных комбинаций вариантов типов полей классифицируемых по типу рельефа, почвы, региона, увлажненности, для которых необходимо проведение опытов по урожайности для  $n$  культур:

$$m = |_1 \times |_2 \times |_3 \times |_4 = 5 \times 6 \times 3 \times 3 = 270.$$

К примеру, если взять 10 культур, то в целом по республике даже без учета их аллелопатии необходимо  $n \times m = 10 \times 270 = 2700$  опытов для получения значений урожайности для каждого типа поля – вида культуры.

Очевидно, что для уменьшения числа экспериментов можно не делить опыты на кластеры по некоторому из вышеперечисленных признаков, относя их в одну группу. Однако получаемые при этом выборки будут значительно менее однородными, в результате чего значительно уменьшается надежда получить по ним надежные эмпирические зависимости урожайности.

Помимо вышеприведенных характеристик для каждого поля–культуры для увеличения однородности выборок желательно дополнительное разбиение на кластеры, различающиеся по следующим качественно измеримым управляемым факторам:

- качество обработки поля (хорошее, плохое, среднее)  $|_5 = 3$ ;
- качество защиты растений (хорошее, плохое, среднее)  $|_6 = 3$ ;
- срок сева (своевременный, опережающий, с опозданием)  $|_7 = 3$ ,

а также любым другим качественно измеримым управляемым факторам, влияние которых есть желание учесть.

Для них:

$$m_{\text{факт}} = |_5 \times |_6 \times |_7 = 3 \times 3 \times 3 = 27.$$

При этом число вариантов необходимых опытов возрастает до  $27 \times 270 = 7390$ .

Если при этом на каждом из этих поле–культур провести опыты хотя бы с пятью вариантами доз количественно измеримых урожаеобразующих факторов:

азот  $|_8 = 5$  значений,

фосфор  $|_9 = 5$  значений,

калий  $|_{10} = 5$  значений,

влажность почвы (или глубина УГВ)  $|_{11} = 5$  значений,

число возможных комбинаций которых:

$$m_{\text{упр}} = 5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625 \text{ вариантов опытов на каждом поле.}$$

Тогда общее число необходимых опытов составит  $7390 \times 625 \approx 5$  миллионов.

Очевидна поэтому абсолютная необходимость включения всех производственных посевов в единый непрерывный эксперимент посредством ведения книги истории полей в каждом хозяйстве, без осуществления чего невозможно получение надежных зависимостей урожайности, а значит и оптимизации сельхозиспользования земель. При достаточно длинных рядах наблюдений конкретных полей они дадут надежные зависимости урожайности для самих этих полей и возможность использования по аналогии для дру-

гих полей с идентичными свойствами.

Очевидно, что необходимо также учесть варианты, связанные со стохастичностью погодно-климатических условий. Сильно влияющих на урожай, подлежащих учету количественно измеримых погодно-климатических факторов достаточно много, причем как первичных, так и производных от них (осадки, температура, влажность воздуха, скорость ветра, ФАР, испарение и т.д.). Интуитивно понятно, что главными являются температура воздуха  $T_{\text{возд}}$  ( $I_{12} = 5 \div 6$ ) и связанные с ней осадки  $W_{\text{осад}}$  ( $I_{13} = 5 \div 6$ ).

Очевидно, что эти факторы могут учитываться двояко:

а) в строгой постановке  $T_{\text{возд}}$ ,  $W_{\text{осад}}$  должны учитываться как количественно измеримые факторы. Тогда при обработке опытов должны совместно использоваться опытные данные за все годы исследований. в результате чего для каждого поля–культуры будет получаться одна многофакторная зависимость урожая для всех лет опытов, в которой в качестве аргументов вместе с дозами факторов  $N$ ,  $P$ ,  $K$ ,  $W$  должны использоваться и величины  $T_{\text{возд}}$ ,  $W_{\text{осад}}$ . Очевидно, что для получения надежных зависимостей необходимы достаточно длинные ряды наблюдений, охватывающие широкий диапазон значений  $T_{\text{возд}}$ ,  $W_{\text{осад}}$ .

б) наиболее упрощенно количественно измеримые факторы могут учитываться посредством перевода их в качественно измеримые:

$T_{\text{возд}}$  – теплый, холодный, нормальный годы  $I_{12} = 3$ ;

$W_{\text{осад}}$  – влажный, сухой, нормальный годы  $I_{13} = 3$ ;

В этом случае для них

$$m_{\text{погодн}} = I_{12} \times I_{13} = 3 \times 3 = 9 \text{ лет.}$$

С учетом такой кластеризации для каждого поля–культуры необходимо получить  $m_{\text{погодн}} = 9$  отдельных зависимостей урожая от управляемых факторов, соответствующих каждому выделенному сочетанию погодно-климатических условий (для получения чего, очевидно, необходимо не менее 9 лет экспериментов).

Уменьшение числа вариантов может достигаться тем, что влияние диапазона некоторого фактора (факторов) не учитывается. К примеру, не разделяя на типы погодно-климатических условий, их влияние осредняется посредством совместного использования при получении зависимостей урожая опытных данных сразу всех лет. Очевидно, однако, что так как в действительности зависимость урожайности является многофакторной с взаимовлиянием факторов, то при принятии некоторого фактора осредненным, может не выявиться реально имеющаяся зависимость урожая от других факторов, уровень влияния которых на урожай изменяется в зависимости от реальной величины этого фактора. Или, наоборот, может быть получена зависимость, не соответствующая действительности. То есть может быть сделана ошибка и первого, и второго рода.

Аналогичные недостатки имеют место и в случае получения зависимости урожая от одного, принятого за базисный, уровня качественно измеримого фактора: например, для наилучших условий, с корректировкой при неблагоприятных значениях фактора до-

умножением урожая на понижающие коэффициенты (или, наоборот, получение зависимости урожая при наихудших условиях фактора и доумножением урожая на повышающие коэффициенты для благоприятных условий фактора).

### **Выводы и обсуждения**

Зависимости урожайности от урожаеобразующих факторов являются наиболее критичным звеном в задачах оптимизации сельхозиспользования земель, так как их получение возможно исключительно базируясь на результатах многофакторных экспериментов по урожайности.

Полученные формулы позволяют рассчитать количество вариантов опытов, необходимое для получения зависимостей урожайности от урожаеобразующих факторов различных культур на различных почвах с учетом и без влияния аллелопатии, число лет их проведения.

Проведенный анализ показывает, что в связи с большим числом вариантов экспериментальных данных, необходимых для получения надежных зависимостей урожайности, требуется организация системной работы по их реализации. При этом получение такого большого числа надежных зависимостей урожайности может быть осуществлено только при условии использования в качестве экспериментальных данных по урожайностям каждого конкретного поля хозяйства в производственных посевах. Это может быть реализовано только при условии ведения в хозяйстве автоматизированной книги истории полей, в которой в разрезе каждого поля ежегодно фиксируется урожайность выращиваемых культур и использовавшиеся урожаеобразующие факторы.

### **Литература**

1. Вахонин, Н.К. Методическое пособие по выбору оптимальной трансформации хозяйствования при старении мелиоративных систем / Н. К. Вахонин, Ю.В. Сороговец, В.В. Бонцевич, А. М. Павлов, А. П. Якимчук [ и др.] // РУП "Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси". - Мн., 2006. - С.1-32.
2. Вахонин, Н.К. Методологические принципы моделирования урожайности сельскохозяйственных культур для задач принятия решений // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: материалы юбилейной международной научно-практической конференции (Жодино 29 июля 2007г.).- Мн., 2007.- С. 144-147.

### **Summary**

#### ***Vakhonin N. Mathematical combinatory at determination multitude of agricultural use alternative variants***

In the article are analysed and received formulae for calculation of the number of experience variants for reception dependencies to productivities from harvest forming factors, necessary number of fields and number of years for their undertaking.

*Поступила 13 февраля 2008 г.*