



МСФМ 31

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ  
ПО ФИТОСАНИТАРНЫМ МЕРАМ**

**МСФМ 31**

**МЕТОДИКИ ОТБОРА  
ОБРАЗЦОВ ОТ ГРУЗОВ**

**(2009 год)**

Подготовлено Секретариатом Международной конвенции по карантину и защите растений



### **История публикации**

*История публикации не является официальной частью стандарта.*

Настоящая история публикации относится только к версии на русском языке. Полную историю публикации см. в английской версии стандарта.

2013-04 КФМ-8 приняла русский текст настоящего стандарта.

Первоначальный перевод на русский язык выполнен ЕОКЗР по соглашению о совместной публикации с ФАО.

**МСФМ 31.** 2008. *Методики отбора образцов от грузов.* Рим, МККЗР, ФАО.

История публикации последний раз была обновлена: 2013-04

**СОДЕРЖАНИЕ**

Принятие .....	31-5
ВВЕДЕНИЕ.....	31-5
Сфера применения.....	31-5
Справочные материалы .....	31-5
Определения .....	31-5
Резюме требований .....	31-5
ИСТОРИЯ ВОПРОСА .....	31-7
ЦЕЛИ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ОТ ГРУЗОВ .....	31-7
ТРЕБОВАНИЯ.....	31-8
1. Идентификация партии .....	31-8
2. Единица образца .....	31-8
3. Отбор образцов, основанный и не основанный на статистике .....	31-9
3.1 Отбор образцов, основанный на статистике.....	31-9
3.1.1 Параметры и соответствующие им концепции .....	31-9
3.1.1.1 Приемлемая зараженность образца .....	31-9
3.1.1.2 Минимальный уровень выявления.....	31-9
3.1.1.3 Уровень достоверности .....	31-10
3.1.1.4 Эффективность выявления.....	31-10
3.1.1.5 Размер образца.....	31-10
3.1.1.6 Уровень толерантности .....	31-10
3.1.2 Связь между параметрами и уровнем толерантности .....	31-11
3.1.3 Методы отбора образцов, основанные на статистике .....	31-11
3.1.3.1 Простой случайный отбор образцов .....	31-11
3.1.3.2 Систематический отбор образцов.....	31-11
3.1.3.3 Послойный отбор образцов.....	31-12
3.1.3.4 Последовательный отбор образцов .....	31-12
3.1.3.5 Кластерный отбор образцов .....	31-12
3.1.3.6 Отбор образцов с фиксированной пропорцией.....	31-12
3.2 Не основанный на статистике отбор образцов.....	31-12
3.2.1 Прагматичный отбор образцов .....	31-13
3.2.2 Отбор образцов вслепую .....	31-13
3.2.3 Селективный или целевой отбор образцов.....	31-13
4. Выбор метода отбора образцов .....	31-13
5. Определение размера образца .....	31-14
5.1 Распределение вредных организмов в партии неизвестно.....	31-14
5.2 Сосредоточенное распределение вредного организма в партии .....	31-15
6. Переменный уровень выявления.....	31-15
7. Результат отбора образцов.....	31-15

---

ДОПОЛНЕНИЕ 1: Формулы, используемые в дополнениях 2-5 .....	31-16
ДОПОЛНЕНИЕ 2: Вычисление размеров образцов для малых партий: отбор образцов, основанный на законах гипергеометрического распределения (простой случайный отбор образцов).....	31-17
ДОПОЛНЕНИЕ 3: Отбор образцов от крупных партий: отбор образцов на основе законов биномиального распределения или распределения Пуассона.....	31-20
ДОПОЛНЕНИЕ 4: Отбор образцов при сосредоточенном распределении вредных организмов: отбор образцов на основе законов бета-биномиального распределения .....	31-22
ДОПОЛНЕНИЕ 5: Сравнение результатов отбора образцов на основе законов гипергеометрического распределения и отбора образцов с фиксированной пропорцией.....	31-23

## Принятие

Данный стандарт был принят третьей Сессией Комиссии по Фитосанитарным Мерам в апреле 2008 года.

## ВВЕДЕНИЕ

### Сфера применения

Настоящий стандарт предоставляет руководство национальным организациям по карантину и защите растений (НОКЗР) по выбору подходящих методик отбора образцов при досмотре или анализе грузов на подтверждение соответствия фитосанитарным требованиям.

Настоящий стандарт не предоставляет руководство по отбору образцов в полевых условиях (например, требуемому при проведении обследований).

### Справочные материалы

**Cochran, W.G.** 1977. *Sampling techniques*. 3rd edn. New York, John Wiley & Sons. 428 pp.

**МСФМ 1.** 2006 г. *Фитосанитарные принципы для защиты растений и применения фитосанитарных мер в международной торговле*. Рим, МККЗР, ФАО.

**МСФМ 5.** *Глоссарий фитосанитарных терминов*. Рим, МККЗР, ФАО.

**МСФМ 11.** 2004 г. *Анализ фитосанитарного риска для карантинных вредных организмов, включая анализ риска для окружающей среды и риска, представляемого живыми модифицированными организмами*. Рим, МККЗР, ФАО.

**МСФМ 20.** 2004 г. *Руководство по фитосанитарной системе регламентации импорта*. Рим, МККЗР, ФАО.

**МСФМ 21.** 2004 г. *Анализ фитосанитарного риска для регулируемых некарантинных вредных организмов*. Рим, МККЗР, ФАО.

**МСФМ 23.** 2005 г. *Руководство по досмотру*. Рим, МККЗР, ФАО.

### Определения

Определения фитосанитарных терминов, используемых в данном стандарте, можно найти в МСФМ 5 (*Глоссарий фитосанитарных терминов*).

### Резюме требований

Методики отбора образцов, используемые НОКЗР при досмотре грузов товаров, перевозимых в ходе международной торговли, основываются на ряде концепций по отбору образцов. Данные концепции включают такие параметры, как приемлемый уровень заражения, уровень выявления, уровень достоверности, эффективность выявления и размер образца.

Применение основанных на статистике методов, таких как простой случайный отбор образцов, систематический отбор образцов, послыйный отбор образцов, последовательный отбор образцов или кластерный отбор образцов, дают результаты со статистическим уровнем достоверности. Другие, не основанные на статистике методы отбора образцов, такие как прагматичный отбор образцов, отбор образцов вслепую или селективный отбор образцов, могут предоставлять достоверные результаты при определении присутствия или отсутствия регулируемого(ых) вредного(ых) организма(ов), но на их основе не может быть сделано никаких статистических заключений. Операционные ограничения могут оказывать влияние на практичность проведения отбора образцов тем или иным методом.

При использовании методик отбора образцов НОКЗР допускает некоторую степень риска, что могут быть не обнаружены партии, не соответствующие фитосанитарным требованиям. Досмотр, использующий основанные на статистике методы, может предоставить результаты только с определенным уровнем достоверности и не может доказать отсутствие вредного организма в грузе.

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Настоящий стандарт предоставляет статистические основания и дополнения к МСФМ 20:2004 и МСФМ 23:2005. Досмотр грузов подкарантинных материалов, перевозимых в ходе торговли, является значимым инструментом для управления фитосанитарными рисками и наиболее часто используемой фитосанитарной процедурой во всем мире для определения присутствия вредных организмов и/или соответствия груза фитосанитарным импортным требованиям.

Обычно практически невозможно досмотреть все грузы, поэтому фитосанитарный досмотр проводится главным образом по образцам, полученным из груза. Необходимо отметить, что концепции по отбору образцов, представленные в настоящем стандарте, могут также применяться к другим фитосанитарным процедурам, особенно к выбору единиц для проведения анализа.

Отбор образцов от растений, растительных продуктов и других подкарантинных материалов может происходить перед экспортом, в пунктах импорта, или других пунктах, которые НОКЗР определяет для этого.

Важно, чтобы процедуры отбора образцов, установленные и используемые НОКЗР, были документированы и прозрачны, а также учитывали принцип минимального воздействия (МСФМ 1:2006), особенно ввиду того что досмотр, основанный на отборе образцов, может привести к отказу в выдаче фитосанитарного сертификата, к запрету ввоза, к обработке или уничтожению груза или части груза.

Методики отбора образцов, используемые НОКЗР, зависят от целей отбора образцов (например, отбор образцов для проведения анализа) и могут быть либо полностью основанными только на статистике, либо разработанными с учетом специфических операционных ограничений. Методики, разработанные для достижения целей отбора образцов в пределах операционных ограничений, могут не приводить к тем же статистическим уровням достоверности результатов как полностью основанные на статистике методы, но, тем не менее, такие методы могут давать достоверные результаты в зависимости от желаемой цели отбора образцов. Если единственная цель отбора образцов состоит в том, чтобы увеличить вероятность выявления вредного организма, селективный или целевой отбор образцов также являются достоверными.

## ЦЕЛИ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ОТ ГРУЗОВ

Отбор образцов от грузов проводится для досмотра и/или проведения анализа с целью:

- выявить регулируемые вредные организмы;
- предоставить гарантию, что численность регулируемых вредных организмов или зараженных единиц в грузе не превышает указанный уровень толерантности для этих вредных организмов;
- предоставить заключение об общем фитосанитарном состоянии груза;
- выявить организмы, для которых фитосанитарный риск еще не определен;
- оптимизировать вероятность выявления конкретных регулируемых вредных организмов;
- максимально увеличить использование имеющихся ресурсов для отбора образцов;
- собрать дополнительную информацию, например, для мониторинга пути распространения;
- проверить соответствие фитосанитарным требованиям;
- определить долю зараженного груза.

Необходимо отметить, что досмотр и/или проведение анализа на основе отбора образцов всегда предполагает вероятность ошибки. Признание некоторой вероятности того, что вредные

организмы присутствуют, является неизбежным при использовании процедур по отбору образцов при досмотре и/или проведении анализа. Досмотр и/или проведение анализа с использованием основанных на статистике методов отбора образцов может обеспечить уровень достоверности, при котором частота встречаемости вредного организма ниже определенного уровня, но это не доказывает того, что вредный организм действительно отсутствует в грузе.

## **ТРЕБОВАНИЯ**

### **1. Идентификация партии**

Груз может состоять из одной или более партий. Если груз содержит более чем одну партию, досмотр для определения его соответствия требованиям может состоять из нескольких отдельных визуальных проверок, и поэтому образцы должны быть отобраны отдельно от каждой партии. В таких случаях образцы, относящиеся к каждой партии, должны быть изолированными и определяемыми для того, чтобы соответствующая партия могла быть четко идентифицирована, если последующий досмотр или проведение анализа выявят несоответствие фитосанитарным требованиям. Решение о том, будет или не будет досмотрена партия, должно приниматься с использованием факторов, указанных в МСФМ 23:2005 (раздел 1.5).

Однородность партии, от которой должны быть отобраны образцы и представляющей собой набор единиц одного товара, определяется по следующим факторам:

- происхождение;
- производитель;
- место и средства упаковки;
- вид, сорт или степень зрелости;
- экспортер;
- зона производства;
- регулируемые вредные организмы и их характеристики;
- обработка в месте происхождения;
- тип переработки.

Критерии, используемые НОКЗР для распознавания партий, должны последовательно использоваться в отношении сходных грузов.

Группирование для удобства разных товаров в одну партию может приводить к тому, что статистические выводы не могут быть сделаны по результатам отбора образцов.

### **2. Единица образца**

Отбор образцов прежде всего заключается в определении подходящей единицы для отбора образца (например, фрукт, стебель, букет, единица веса, пакет или картонная коробка). Определение единицы образца связано с вопросами, касающимися степени однородности распределения вредных организмов в товаре, степени подвижности или неподвижности вредных организмов, способа упаковки груза, его предполагаемого использования, а также с эксплуатационными соображениями. Например, если единица образца определяется только по биологии вредного организма, то в случае низкой подвижности вредного организма соответствующей отбираемой единицей могли бы быть отдельное растение или растительный продукт, тогда как в случае подвижных вредных организмов более предпочтительной единицей образца может быть картонная коробка или другой товарный контейнер. Однако, если досмотр направлен на обнаружение более одного типа вредного организма, могут применяться другие соображения (например, соображения практичности использования различных единиц образца). Единицы образца должны определяться на последовательной основе и быть независимыми друг от друга. Это позволит НОКЗР упростить процесс распространения результатов изучения образца на партию или груз, от которых был отобран этот образец.

### **3. Отбор образцов, основанный и не основанный на статистике**

Метод отбора образцов является процессом отбора единиц для досмотра и/или проведения анализа, утвержденным НОКЗР. Отбор образцов при фитосанитарном досмотре грузов или партий проводится путем отбора единиц из груза или партии без замены выбранных единиц<sup>1</sup>. НОКЗР может выбрать основанную или не основанную на статистике методику отбора образцов.

Отбор образцов, основанный на статистических или целевых методах, направлен на облегчение выявления регулируемого вредного организма или организмов в грузе и/или партии.

#### **3.1 Отбор образцов, основанный на статистике**

Основанные на статистике методы отбора образцов предполагают определение некоторого количества взаимосвязанных параметров и выбор наиболее подходящего основанного на статистике метода.

##### **3.1.1 Параметры и соответствующие им концепции**

Основанный на статистике отбор образцов предназначен для выявления определенного процента или доли заражения с указанным уровнем достоверности, и поэтому от НОКЗР требуется, чтобы она установила следующие взаимосвязанные параметры: приемлемая зараженность, уровень выявления, уровень достоверности, эффективность выявления и размер образца. НОКЗР может также установить уровень толерантности для некоторых вредных организмов (например, для регулируемых некарантинных вредных организмов).

###### **3.1.1.1 Приемлемая зараженность образца**

Приемлемой зараженностью называют количество зараженных единиц или количество особей вредных организмов, которое допускается в образце данного размера без принятия фитосанитарного действия. Многие НОКЗР устанавливают это число равным нулю для карантинных вредных организмов. Например, если приемлемая зараженность образца равна нулю, а в образце выявлена зараженная единица, то должно быть предпринято фитосанитарное действие. Важно отметить, что нулевая приемлемая зараженность образца не подразумевает нулевой уровень толерантности в грузе в целом. Даже если никаких вредных организмов не выявлено в образце, остается вероятность того, что вредный организм может присутствовать в остальном грузе, хотя и на очень низком уровне.

Приемлемая зараженность связана с образцом. Приемлемой зараженностью называют количество зараженных единиц или количество особей вредных организмов, которые допустимы в образце, тогда как уровень толерантности (см. раздел 3.1.1.6) относится к статусу всего груза.

###### **3.1.1.2 Минимальный уровень выявления**

Уровень выявления является минимальным процентным соотношением или долей заражения, которые конкретная методика отбора образцов должна выявлять с заданными эффективностью выявления и уровнем достоверности и которые НОКЗР намеревается выявить в грузе.

Уровень выявления может быть задан для вредного организма, группы или категории вредных организмов, или для неуказанных вредных организмов. Уровень выявления может быть установлен в результате:

---

<sup>1</sup> Отбор образцов без замены – это отбор единицы из груза или партии без замены этой единицы прежде, чем будут отобраны остальные единицы. Отбор образцов без замены не означает, что отобранный материал не может быть возвращен в груз (за исключением отбора с разрушением образца); это означает только то, что инспектор не должен возвращать данный материал прежде, чем отберет остаток образца.

- решения, основанного на результатах анализа фитосанитарного риска, выявлять конкретно указанный уровень заражения (зараженность, для которой доказана неприемлемость риска);
- оценки эффективности фитосанитарных мер, примененных перед досмотром;
- решения, основанного на эксплуатационных соображениях, о том, что интенсивность досмотра выше определенного уровня создает трудности в его осуществлении на практике.

### **3.1.1.3 Уровень достоверности**

Уровень достоверности обозначает вероятность того, что будет обнаружен груз с зараженностью, превышающей уровень выявления. Обычно используется уровень достоверности 95%. НОКЗР может потребовать другие уровни достоверности в зависимости от предполагаемого использования товара. Например, более высокий уровень достоверности выявления может требоваться для товаров, предназначенных для посадки, чем для товаров, предназначенных для потребления, и уровень достоверности может также меняться в зависимости от строгости примененных фитосанитарных мер и опыта выявления несоответствия требованиям. Очень высокие значения уровня достоверности быстро становятся труднодостижимыми, а более низкие величины становятся менее значимыми для принятия решения. Уровень достоверности, равный 95%, означает, что заключения, сделанные на основе результатов отбора образцов, выявят несоответствующий требованиям груз в среднем в 95 случаях из 100, и поэтому можно предположить, что в среднем 5% несоответствующих требованиям грузов не будут обнаружены.

### **3.1.1.4 Эффективность выявления**

Эффективность выявления является вероятностью того, что досмотр или анализ зараженной единицы или нескольких единиц выявят вредный организм. Обычно нельзя претендовать на эффективность равную 100%. Например, может быть трудно визуально выявлять вредные организмы, растения могут не проявлять признаки болезни (латентная форма заражения), или же эффективность может снижаться в результате человеческой ошибки. При определении размера образца можно вводить более низкие значения эффективности (например, 80%-ю вероятность выявления вредного организма при досмотре зараженной единицы).

### **3.1.1.5 Размер образца**

Размер образца – это количество единиц, отобранных из партии или груза, которые будут рассмотрены или проанализированы. Руководство по определению размера образца приведено в разделе 5.

### **3.1.1.6 Уровень толерантности**

Уровень толерантности указывает на процентное соотношение заражения ко всему грузу или партии, которое является порогом для фитосанитарного действия.

Уровни толерантности могут быть установлены для регулируемых некарантинных вредных организмов (как указано в МСФМ 21:2004, раздел 4.4) и могут также быть установлены для условий, связанных с другими фитосанитарными импортными требованиями (например, количеством коры на древесине или почвы на корнях растений).

Большинство НОКЗР применяют нулевой уровень толерантности для всех карантинных вредных организмов, принимая во внимание вероятность присутствия вредных организмов в единицах, не отобранных при отборе образцов, как это описано в разделе 3.1.1.1. Однако НОКЗР может решить установить уровень толерантности для карантинного вредного организма, основываясь на результатах анализа фитосанитарного риска (как это описано в МСФМ 11:2004, раздел 3.4.1), а затем определить нормы отбора образцов. Например, НОКЗР может определить уровень толерантности выше нуля, потому что небольшие количества

рассматриваемого карантинного вредного организма могут быть допустимы, если возможность акклиматизации этого вредного организма считается низкой или если предполагаемое конечное использование продукта (например, свежих фруктов и овощей, импортированных для переработки) ограничивает возможность интродукции вредного организма в зоны, подверженные опасности.

### **3.1.2 Связь между параметрами и уровнем толерантности**

Пять параметров (приемлемая зараженность образца, уровень выявления, уровень достоверности, эффективность выявления и размер образца) статистически связаны. Принимая во внимание установленный уровень толерантности, НОКЗР должна определить эффективность используемого метода выявления и принять решение в отношении приемлемой зараженности образца; так же могут быть выбраны любые два из трех оставшихся параметров, а последний определяется из значений, выбранных для остальных.

Если уровень толерантности был установлен больше нуля, выбранный уровень выявления должен быть равен (или меньше, если приемлемая зараженность образца больше нуля) уровню толерантности, чтобы гарантировать, что грузы, имеющие уровень заражения больше уровня толерантности, будут обнаружены с указанным уровнем достоверности.

Если никаких вредных организмов не выявлено в единице образца, то о процентном соотношении заражения в грузе может быть заявлено только то, что он находится ниже уровня выявления при заданном уровне достоверности. Если вредный организм не обнаружен в образце нужного размера, то уровень достоверности говорит о вероятности того, что уровень толерантности не превышен.

### **3.1.3 Методы отбора образцов, основанные на статистике**

#### **3.1.3.1 Простой случайный отбор образцов**

Простой случайный отбор образцов сводится к тому, что все единицы образца с равной вероятностью могут быть отобраны из партии или груза. Простой случайный отбор должен содержать схему нахождения единиц образца в соответствии с инструментом типа таблицы случайных чисел. Использование заранее установленного процесса рандомизации отличает этот метод от отбора образцов вслепую (описанного в разделе 3.2.2).

Этот метод используется, когда о распределении вредного организма или степени заражения известно очень мало. Простой случайный отбор образцов может быть сложен для его правильного применения в эксплуатационных условиях. При использовании этого метода каждая единица должна иметь равную вероятность быть отобранной. В тех случаях, когда вредный организм не распределен в партии случайным образом, этот метод может не быть оптимальным. Простой случайный отбор образцов может требовать более значительных ресурсов, чем другие методы отбора образцов. Его применение может зависеть от типа и/или конфигурации груза.

#### **3.1.3.2 Систематический отбор образцов**

Систематический отбор образцов заключается в отборе единиц образца из партии через фиксированные, заранее заданные интервалы. Однако первый отбор в партии должен быть сделан случайным образом. Возможны необъективные результаты, если вредные организмы распределены с интервалом, подобным тому, который был выбран для отбора образцов.

Два преимущества этого метода состоят в том, что процесс отбора образцов может быть автоматизирован с помощью машинного оборудования и что применение случайного процесса требуется только при выборе первой единицы.

### **3.1.3.3 Послойный отбор образцов**

Послойный отбор образцов заключается в разделении партии на отдельные более мелкие части (т.е. слои) и последующем отборе единиц образца из каждой части. В пределах каждой части единицы образца отбираются, используя определенный метод (систематический или случайный). При некоторых обстоятельствах различные количества единиц образца могут быть отобраны из каждой части – например, количество единиц образца может быть пропорционально размеру части или основываться на предварительной осведомленности относительно зараженности этих частей.

При всей его осуществимости послойный отбор образцов почти всегда повышает надежность выявления. Меньшее варьирование, связанное с послойным отбором образцов, приводит к более точным результатам. Это особенно верно, когда уровни заражения в партии могут различаться внутри нее в зависимости от процедур упаковки или условий хранения. Послойный отбор образцов является предпочтительным выбором, если предполагается наличие сведений о распределении вредного организма и эксплуатационные параметры позволят его применение.

### **3.1.3.4 Последовательный отбор образцов**

Последовательный отбор образцов заключается в отборе серий единиц образца, используя один из вышеупомянутых методов. После того как каждый образец (или группа) отобран, полученные данные сравниваются с заранее установленной вилкой значений, чтобы решить, принять груз, отклонить его или продолжить отбор образцов.

Этот метод может использоваться, когда уровень толерантности установлен больше нуля, а первая группа единиц образца не предоставляет достаточную информацию, которая позволила бы принять решение о том, действительно ли превышен уровень толерантности. Этот метод не должен использоваться, если приемлемая зараженность образца любого размера равняется нулю. Последовательный отбор образцов может уменьшить количество образцов, требуемых для принятия решения, или сократить вероятность выбраковки соответствующего требованиям груза.

### **3.1.3.5 Кластерный отбор образцов**

Кластерный отбор образцов заключается в выборе групп единиц, основанном на заранее определенном размере кластера (например, коробки фруктов, букеты цветов), чтобы составить общее количество единиц образца, требуемых от партии. Кластерный отбор образцов более прост в оценке и более надежен, если кластеры имеют равный размер. Этот метод пригоден, если ресурсы, имеющиеся в наличии для отбора образцов, ограничены, и хорошо работает, если распределение вредных организмов, как ожидается, будет случайным.

Кластерный отбор образцов может быть послойным, а для выбора группы могут использоваться как систематические, так и случайные методы. Из основанных на статистике методов данный метод часто оказывается наиболее практичным для внедрения.

### **3.1.3.6 Отбор образцов с фиксированной пропорцией**

Отбор образцов с фиксированной пропорцией отбираемых единиц от партии (например, 2%) приводит к непостоянным уровням выявления или уровням достоверности, если размер партии меняется. Как указано в дополнении 5, отбор образцов с фиксированной пропорцией приводит к изменению уровней достоверности для заданного уровня выявления или к изменению уровней выявления для заданного уровня достоверности.

## **3.2 Не основанный на статистике отбор образцов**

Другие методы отбора образцов, которые не основываются на статистике, такие как прагматичный отбор образцов, отбор образцов вслепую или селективный целевой отбор

образцов, могут дать достоверные результаты при определении присутствия или отсутствия регулируемого вредного организма или регулируемых вредных организмов. Следующие методы могут использоваться с учетом специфических эксплуатационных соображений или когда целью является только выявление вредных организмов.

### **3.2.1 Прагматичный отбор образцов**

Прагматичный отбор образцов заключается в выборе наиболее подходящих (например, самых доступных, самых дешевых, наиболее быстро отбираемых) единиц из партии без нахождения единиц случайным или систематическим способом.

### **3.2.2 Отбор образцов вслепую**

Отбор образцов вслепую заключается в выборе произвольных единиц без использования настоящего процесса рандомизации. Данный метод может часто казаться случайным, потому что инспектор не осознает наличия какой-либо субъективности в отборе. Однако неосознанная субъективность может присутствовать, и степень, до которой образец действительно представляет партию, неизвестна.

### **3.2.3 Селективный или целевой отбор образцов**

Селективный отбор образцов заключается в преднамеренном отборе образцов из наиболее вероятно зараженных частей партии или отборе явно зараженных единиц, чтобы увеличить вероятность выявления конкретного регулируемого вредного организма. Этот метод может опираться на инспекторов, которые владеют опытом работы с товаром и знакомы с биологией вредного организма. Использование данного метода может быть также выбрано посредством анализа пути распространения, указывающего на конкретную часть партии с более высокой вероятностью заражения (например, в более влажной части древесины нематоды могут быть обнаружены с большей вероятностью). Поскольку образец является целевым и, следовательно, статистически субъективен, вероятностное утверждение об уровне заражения в партии не может быть сделано. Однако если единственной целью отбора образцов является увеличить вероятность обнаружения регулируемого вредного организма или регулируемых вредных организмов, то этот метод является достоверным. Отдельные образцы товара могут быть необходимы для того, чтобы соответствовать общей достоверности при выявлении других регулируемых вредных организмов. Использование селективного или целевого отбора образцов может ограничить возможности получения информации о полном статусе вредного организма в партии или в грузе, потому что отбор образцов фокусируется на той части партии или груза, где конкретные регулируемые вредные организмы могут быть обнаружены с наибольшей вероятностью, а не на остальной части партии или груза.

## **4. Выбор метода отбора образцов**

В большинстве случаев выбор соответствующего метода отбора образцов обязательно зависит от имеющейся информации о встречаемости вредного организма и его распределении в грузе или партии, а также от эксплуатационных параметров, связанных с конкретными возможностями досмотра. В большинстве реальных фитосанитарных ситуаций операционные ограничения определяют практичность проведения отбора образцов тем или иным методом. Впоследствии определение статистической достоверности практических методов сузит сферу вариантов выбора.

Метод отбора образцов, который окончательно выбирается НОКЗР, должен быть практически осуществимым, наиболее подходящим для достижения поставленной цели и хорошо документированным для прозрачности. Операционная осуществимость четко связана с оценками относительно специфических для конкретной ситуации факторов, которые должны учитываться во всех случаях.

В тех случаях, когда отбор образцов проводится, чтобы увеличить вероятность выявления определенного вредного организма, целевой отбор образцов (описан в разделе 3.2.3) может

быть предпочтительным вариантом, если инспектора могут определить часть или части партии с более высокой вероятностью заражения. При отсутствии таких сведений будет более правильным выбрать один из основанных на статистике методов. Не основанные на статистике методы отбора образцов не приводят к тому, чтобы каждая единица включалась в образец с равной вероятностью, и не позволяют количественно оценить уровень достоверности или уровень выявления.

Основанные на статистике методы отбора образцов должны быть применимы в том случае, если отбор образцов выполняется с целью получить информацию об общем фитосанитарном состоянии груза, выявить несколько различных карантинных вредных организмов или проверить груз на соответствие фитосанитарным требованиям.

При выборе конкретного основанного на статистике метода отбора образцов могут быть приняты во внимание сведения о том, как груз был обработан во время уборки урожая, сортировки и упаковки, а также о вероятном распределении вредного организма или вредных организмов в партии. Методы отбора образцов могут использоваться в сочетании: например, послыйный образец может быть отобран или случайным или систематическим методом отбора единиц образца в пределах слоев.

Если отбор образцов проводится для того, чтобы определить, был ли превышен заданный не нулевой уровень толерантности, то подходит последовательный метод проведения отбора образцов.

После того как метод отбора образцов был выбран и корректно применен, повторный отбор образцов с целью достигнуть другого результата является неприемлемым. Повторный отбор образцов не должен проводиться, если только он не признан необходимым по специфическим техническим причинам (например, есть подозрение относительно неправильного применения методики отбора образцов).

## **5. Определение размера образца**

Чтобы определить количество образцов, которые должны быть отобраны, НОКЗР должна выбрать уровень достоверности (например, 95%), уровень выявления (например, 5%) и приемлемую зараженность образца (например, ноль), и установить эффективность выявления (например, 80%). Исходя из этих величин и из размера партии, может быть рассчитан размер образца. Дополнения 2-5 излагают математические основы для определения размера образца. Раздел 3.1.3 данного стандарта предоставляет руководство по выбору наиболее подходящего метода отбора образцов, основанного на статистике, в зависимости от распределения вредного организма в партии.

### **5.1 Распределение вредных организмов в партии неизвестно**

Поскольку отбор образцов проводится без замены выбранных единиц, а размер популяции конечен, для определения размера образца должны использоваться законы гипергеометрического распределения. Законы этого распределения позволяют определить вероятность выявления некоторого количества зараженных единиц в образце заданного размера, отобранного из партии заданного размера, если определенное количество зараженных единиц присутствует в партии (см. дополнение 2). Количество зараженных единиц в партии определяется как произведение уровня выявления на общее количество единиц в партии.

Если размер партии увеличивается, то размер образца, необходимого для достижения заданного уровня выявления и уровня достоверности, приближается к своему верхнему пределу. Если размер образца составляет менее 5% от размера партии, размер образца может быть рассчитан с использованием либо закона биномиального распределения, либо закона распределения Пуассона (см. дополнение 3). Все три типа распределения (гипергеометрическое, биномиальное и Пуассона) дают почти идентичные размеры образцов для заданных уровней достоверности и выявления при больших размерах партии, но

биномиальное распределение и распределение Пуассона являются более легкими для вычислений.

## **5.2 Сосредоточенное распределение вредного организма в партии**

Большинство популяций вредных организмов распределено более или менее сосредоточенно в природе. Поскольку товары могут быть заготовлены и упакованы в поле без разделения или сортировки, распределение зараженных единиц в партии также может быть сгруппированным или сосредоточенными. Сосредоточение зараженных единиц в товаре всегда снижает вероятность обнаружения заражения. Однако фитосанитарный досмотр нацелен на выявление зараженных единиц и/или вредного организма или вредных организмов при их низком уровне численности. Влияние сосредоточения зараженных единиц на эффективность выявления образца и на необходимый размер образца в большинстве случаев является незначительным. Если НОКЗР указывает на существование высокой вероятности сосредоточения зараженных единиц в партии, то послыйный метод отбора образцов может помочь увеличить вероятность выявления сосредоточенного заражения.

В том случае если вредные организмы сосредоточены, вычисление размера образца наилучшим образом должно быть выполнено с использованием закона бета-биномиального распределения (см. дополнение 4). Однако данное вычисление требует сведений о степени сосредоточения, которая обычно не известна, и поэтому этот закон распределения не может быть практичным для постоянного использования. Могут использоваться законы одного из других типов распределения (гипергеометрического, биномиального или Пуассона), однако по мере увеличения степени сосредоточения уровень достоверности отбора образцов будет снижаться.

## **6. Переменный уровень выявления**

Выбор постоянного уровня выявления может привести к изменяющемуся количеству зараженных единиц, ввозимых с импортированными грузами, потому что размер партии может меняться (например, 1%-й уровень заражения 1 000 единиц соответствует 10 зараженным единицам, в то время как 1%-й уровень заражения 10 000 единиц соответствует 100 зараженным единицам). В идеале выбор уровня выявления должен частично отражать количество зараженных единиц, ввозимых со всеми грузами в пределах определенного периода времени. Если НОКЗР хотят регулировать количество зараженных единиц, ввозимых с каждым грузом, может использоваться переменный уровень выявления. Уровень толерантности должен в этом случае быть определен на основе количества зараженных элементов в грузе, а размер образца должен быть установлен с целью достигнуть требуемых уровней достоверности и выявления.

## **7. Результат отбора образцов**

Результат действий и процедур, связанных с отбором образцов, может привести к принятию фитосанитарного действия (дополнительные подробности могут быть найдены в МСФМ 23:2005, раздел 2.5).

Данное дополнение приводится исключительно для справочных целей и не является предписывающей частью стандарта.

### ДОПОЛНЕНИЕ 1: Формулы, используемые в дополнениях 2-5

Формула №	Цель	Дополнение №
1	Вероятность выявления $i$ зараженных единиц в образце.	2
2	Приближенное выражение для расчета вероятности не обнаружения зараженных единиц.	2
3	Вероятность выявления $i$ зараженных единиц в образце из $n$ единиц (размер образца меньше 5% размера партии).	3
4	Вероятность не обнаружения зараженных единиц в образце из $n$ единиц при биномиальном распределении.	3
5	Вероятность обнаружения по крайней мере одной зараженной единицы при биномиальном распределении.	3
6	Формулы 5 и 6 биномиального распределения, преобразованные для определения $n$ .	3
7	Вариант биномиальной формулы 6 для распределения Пуассона.	3
8	Вероятность не обнаружения зараженных единиц при распределении Пуассона (упрощенная).	3
9	Вероятность обнаружения при распределении Пуассона по крайней мере одной зараженной единицы (уровень достоверности).	3
10	Определение размера образца $n$ при распределении Пуассона.	3
11	Отбор образцов для сосредоточенного пространственного распределения, основанный на бета-биномиальном законе.	4
12	Вероятность не обнаружения зараженных единиц при бета-биномиальном распределении после досмотра нескольких партий (для одиночной партии).	4
13	Вероятность обнаружения одной или более зараженных единиц при бета-биномиальном распределении.	4
14	Формулы 12 и 13 бета-биномиального распределения, преобразованные для определения $m$ .	4

Данное дополнение приводится исключительно для справочных целей и не является предписывающей частью стандарта.

## ДОПОЛНЕНИЕ 2: Вычисление размеров образцов для малых партий: отбор образцов, основанный на законах гипергеометрического распределения (простой случайный отбор образцов)

Гипергеометрическое распределение подходит для описания вероятности обнаружения вредного организма в относительно малой партии. Партия считается малой, когда размер образца составляет больше 5% от размера партии. В этом случае отбор образцов в виде одной единицы от партии влияет на вероятность обнаружения зараженной единицы в следующей отобранной единице. Гипергеометрический отбор образцов основывается на проведении отбора образцов без возвращения.

Также предполагается, что распределение вредного организма в партии не сосредоточено в одном месте и что используется случайный отбор образцов. Данная методика может применяться и для других схем, например для послыонного отбора образцов (дополнительные подробности могут быть найдены в работе Cochran, 1977).

Вероятность выявления  $i$  зараженных единиц в образце определяется по формуле

$$P(X = i) = \frac{\binom{A}{i} \binom{N - A}{n - i}}{\binom{N}{n}} \quad \text{Формула 1}$$

Где:

$$\binom{a}{b} = \frac{a!}{b!(a-b)!} \quad \text{где } a! = a(a-1)(a-2)\dots 1 \text{ и } 0! = 1$$

$P(X = i)$  вероятность обнаружения  $i$  зараженных единиц в образце, где  $i=0, \dots, n$ .

Уровень достоверности соответствует:  $1 - P(X = i)$

$A$  = количество зараженных единиц в партии, которые могут быть выявлены, если каждая единица в партии досматривается или анализируется с учетом эффективности выявления (уровень выявления  $\times N \times$  эффективность, округленное до целого числа)

$i$  = количество зараженных единиц в образце

$N$  = количество единиц в партии (размер партии)

$n$  = количество единиц в образце (размер образца)

В частности, формулой, которая может использоваться для вычисления приближенной вероятности не обнаружения зараженных единиц, является

$$P(X=0) = \left( \frac{N - A - u}{N - u} \right)^n \quad \text{Формула 2}$$

где  $u = (n-1)/2$  (из работы Cochran, 1977).

Решение уравнения для определения  $n$  является арифметически трудным, но может быть сделано с приближением или через вычисление максимальной вероятности.

Таблицы 1 и 2 приводят размеры образцов, вычисленные для партий различных размеров, уровней выявления и уровней достоверности, если приемлемая зараженность образца равна нулю.

**Таблица 1:** Таблица минимальных размеров образцов для уровней достоверности 95% и 99% при переменных уровнях выявления в зависимости от размера партии, при гипергеометрическом распределении

Количество единиц в партии	P = 95% (уровень достоверности) % уровня выявления x эффективность выявления					P = 99% (уровень достоверности) % уровня выявления x эффективность выявления				
	5	2	1	0,5	0,1	5	2	1	0,5	0,1
25	24*	–	–	–	–	25*	–	–	–	–
50	39*	48	–	–	–	45*	50	–	–	–
100	45	78	95	–	–	59	90	99	–	–
200	51	105	155	190	–	73	136	180	198	–
300	54	117	189	285*	–	78	160	235	297*	–
400	55	124	211	311	–	81	174	273	360	–
500	56	129	225	388*	–	83	183	300	450*	–
600	56	132	235	379	–	84	190	321	470	–
700	57	134	243	442*	–	85	195	336	549*	–
800	57	136	249	421	–	85	199	349	546	–
900	57	137	254	474*	–	86	202	359	615*	–
1 000	57	138	258	450	950	86	204	368	601	990
2 000	58	143	277	517	1553	88	216	410	737	1800
3 000	58	145	284	542	1895	89	220	425	792	2353
4 000	58	146	288	556	2108	89	222	433	821	2735
5 000	59	147	290	564	2253	89	223	438	840	3009
6 000	59	147	291	569	2358	90	224	442	852	3214
7 000	59	147	292	573	2437	90	225	444	861	3373
8 000	59	147	293	576	2498	90	225	446	868	3500
9 000	59	148	294	579	2548	90	226	447	874	3604
10 000	59	148	294	581	2588	90	226	448	878	3689
20 000	59	148	296	589	2781	90	227	453	898	4112
30 000	59	148	297	592	2850	90	228	455	905	4268
40 000	59	149	297	594	2885	90	228	456	909	4348
50 000	59	149	298	595	2907	90	228	457	911	4398
60 000	59	149	298	595	2921	90	228	457	912	4431
70 000	59	149	298	596	2932	90	228	457	913	4455
80 000	59	149	298	596	2939	90	228	457	914	4473
90 000	59	149	298	596	2945	90	228	458	915	4488
100 000	59	149	298	596	2950	90	228	458	915	4499
200 000+	59	149	298	597	2972	90	228	458	917	4551

Значения в таблице 1, отмеченные звездочкой (\*), были округлены в меньшую сторону, потому что варианты, приводящие к не целому количеству зараженных единиц (например, 300 единиц с 0,5%-м заражением соответствуют 1,5 зараженным единицам в грузе), невозможны. Это означает, что интенсивность отбора образцов увеличивается незначительно и может быть выше для груза такого размера, где количество зараженных единиц округлено в меньшую сторону, чем для груза большего размера, в котором рассчитано большее количество зараженных единиц (например, можно сравнить результаты для 700 и 800 единиц в партии). Это также означает, что могла бы быть выявлена немного более низкая доля зараженных единиц, чем доля, указанная в таблице, или что такое заражение выявляется с большей вероятностью, чем указанный уровень достоверности.

Ячейки в таблице 1, отмеченные прочерком (–), относятся к таким вариантам, которые невозможны на практике (меньше одной зараженной единицы).

**Таблица 2:** Таблица размеров образцов для уровней достоверности 80% и 90% при переменных уровнях выявления в зависимости от размера партии, при гипергеометрическом распределении

Количество единиц в партии	P = 80% (уровень достоверности) % уровня выявления x эффективность выявления					P = 90% (уровень достоверности) % уровня выявления x эффективность выявления				
	5	2	1	0,5	0,1	5	2	1	0,5	0,1
100	27	56	80	–	–	37	69	90	–	–
200	30	66	111	160	–	41	87	137	180	–
300	30	70	125	240*	–	42	95	161	270*	–
400	31	73	133	221	–	43	100	175	274	–
500	31	74	138	277*	–	43	102	184	342*	–
600	31	75	141	249	–	44	104	191	321	–
700	31	76	144	291*	–	44	106	196	375*	–
800	31	76	146	265	–	44	107	200	350	–
900	31	77	147	298*	–	44	108	203	394*	–
1 000	31	77	148	275	800	44	108	205	369	900
2 000	32	79	154	297	1106	45	111	217	411	1368
3 000	32	79	156	305	1246	45	112	221	426	1607
4 000	32	79	157	309	1325	45	113	223	434	1750
5 000	32	80	158	311	1376	45	113	224	439	1845
6 000	32	80	159	313	1412	45	113	225	443	1912
7 000	32	80	159	314	1438	45	114	226	445	1962
8 000	32	80	159	315	1458	45	114	226	447	2000
9 000	32	80	159	316	1474	45	114	227	448	2031
10 000	32	80	159	316	1486	45	114	227	449	2056
20 000	32	80	160	319	1546	45	114	228	455	2114
30 000	32	80	160	320	1567	45	114	229	456	2216
40 000	32	80	160	320	1577	45	114	229	457	2237
50 000	32	80	160	321	1584	45	114	229	458	2250
60 000	32	80	160	321	1588	45	114	229	458	2258
70 000	32	80	160	321	1591	45	114	229	458	2265
80 000	32	80	160	321	1593	45	114	229	459	2269
90 000	32	80	160	321	1595	45	114	229	459	2273
100 000	32	80	160	321	1596	45	114	229	459	2276
200 000	32	80	160	321	1603	45	114	229	459	2289

Значения в таблице 2, отмеченные звездочкой (\*), были округлены в меньшую сторону, потому что варианты, которые приводят к не целому количеству зараженных единиц (например, 300 единиц с 0,5% заражением соответствуют 1,5 зараженным единицам в грузе), невозможны. Это означает, что интенсивность отбора образцов увеличивается незначительно и может быть выше для груза такого размера, где количество зараженных единиц округлено в меньшую сторону, чем для груза большего размера, в котором рассчитано большее количество зараженных единиц (например, можно сравнить результаты для 700 и 800 единиц в партии). Это также означает, что могла бы быть выявлена немного более низкая доля зараженных единиц, чем доля, указанная в таблице, или что такое заражение выявляется с большей вероятностью, чем указанный уровень достоверности.

Ячейки в таблице 2, отмеченные прочерком (–), относятся к таким вариантам, которые невозможны на практике (меньше одной зараженной единицы).

Данное дополнение приводится исключительно для справочных целей и не является предписывающей частью стандарта.

### ДОПОЛНЕНИЕ 3: Отбор образцов от крупных партий: отбор образцов на основе законов биномиального распределения или распределения Пуассона

Для достаточно смешанных крупных партий вероятность обнаружения зараженной единицы приблизительно выражается на основе законов простой биномиальной статистики. Размер образца составляет менее 5% от размера партии. Вероятность обнаружения  $i$  зараженных единиц в образце из  $n$  единиц вычисляется по следующей формуле:

$$P(X=i) = \binom{n}{i} \phi^i (1 - \phi)^{n-i} \quad \text{Формула 3}$$

где  $p$  является средней долей зараженных единиц (уровнем заражения) в партии, а  $\phi$  означает процент эффективности досмотра, разделенный на 100.

$P(X = i)$  является вероятностью обнаружения  $i$  зараженных единиц в образце. Уровень достоверности соответствует:  $1 - P(X = i)$ , где  $i = 0, 1, 2, \dots, n$ .

Для фитосанитарных целей определяется вероятность не обнаружения особей вредных организмов или симптомов в образце. Вероятность не обнаружения зараженных единиц в образце из  $n$  единиц устанавливается по формуле:

$$P(X=0) = (1 - \phi p)^n \quad \text{Формула 4}$$

Вероятность обнаружения по крайней мере одной зараженной единицы тогда равна:

$$P(X>0) = 1 - (1 - \phi p)^n \quad \text{Формула 5}$$

Данное уравнение может быть преобразовано для определения  $n$

$$n = \frac{\ln[1 - P(X > 0)]}{\ln(1 - \phi p)} \quad \text{Формула 6}$$

Размер образца  $n$  может быть определен с помощью данного уравнения, если уровень заражения ( $p$ ), эффективность ( $\phi$ ) и уровень достоверности ( $1 - P(X > 0)$ ) установлены НОКЗР.

Биноминальное распределение может быть приблизительно выражено распределением Пуассона. Если  $n$  увеличивается и  $p$  снижается, уравнение биномиального распределения, данное выше, приближается к уравнению распределения Пуассона, приведенному ниже,

$$P(X=i) = \frac{(n\phi p)^i e^{-n\phi p}}{i!} \quad \text{Формула 7}$$

где  $e$  является основанием натурального логарифма.

Вероятность не обнаружения зараженных единиц упрощается и сводится к следующей формуле:

$$P(X=0) = e^{-n\phi p} \quad \text{Формула 8}$$

Вероятность обнаружения по крайней мере одной зараженной единицы (уровень достоверности) вычисляется по следующей формуле:

$$P(X>0) = 1 - e^{-n\phi p} \quad \text{Формула 9}$$

Преобразование для вычисления  $n$  дает следующее уравнение, которое может быть использовано для определения размера образца:

$$n = -\ln[1 - P(X>0)]/\phi p \quad \text{Формула 10}$$

В таблицах 3 и 4 указаны размеры образцов при приемлемой зараженности образца равной 0, рассчитанные для различных уровней выявления, эффективности и достоверности с биномиальным распределением и распределением Пуассона соответственно. В случае 100%-й эффективности сравнение размеров образцов в таблице 1 (см. дополнение 2), показывает, что биномиальное распределение и распределение Пуассона дают очень похожие результаты с гипергеометрическим распределением при большом значении  $n$  и малом значении  $p$ .

**Таблица 3:** Таблица размеров образцов для уровней достоверности 95% и 99% при переменных уровнях выявления в соответствии со значениями эффективности для случаев, когда партия большая и достаточно смешанная, при биномиальном распределении

% эффективности	P = 95% (уровень достоверности) % уровня выявления					P = 99% (уровень достоверности) % уровня выявления				
	5	2	1	0,5	0,1	5	2	1	0,5	0,1
100	59	149	299	598	2995	90	228	459	919	4603
99	60	150	302	604	3025	91	231	463	929	4650
95	62	157	314	630	3152	95	241	483	968	4846
90	66	165	332	665	3328	101	254	510	1022	5115
85	69	175	351	704	3523	107	269	540	1082	5416
80	74	186	373	748	3744	113	286	574	1149	5755
75	79	199	398	798	3993	121	305	612	1226	6138
50	119	299	598	1197	5990	182	459	919	1840	9209
25	239	598	1197	2396	11982	367	919	1840	3682	18419
10	598	1497	2995	5990	29956	919	2301	4603	9209	46050

**Таблица 4:** Таблица размеров образцов для уровней достоверности 95% и 99% при переменных уровнях выявления в соответствии со значениями эффективности для случаев, когда партия большая и достаточно смешанная, при распределении Пуассона

% эффективности	P = 95% (уровень достоверности) % уровня выявления					P = 99% (уровень достоверности) % уровня выявления				
	5	2	1	0,5	0,1	5	2	1	0,5	0,1
100	60	150	300	600	2996	93	231	461	922	4606
99	61	152	303	606	3026	94	233	466	931	4652
95	64	158	316	631	3154	97	243	485	970	4848
90	67	167	333	666	3329	103	256	512	1024	5117
85	71	177	353	705	3525	109	271	542	1084	5418
80	75	188	375	749	3745	116	288	576	1152	5757
75	80	200	400	799	3995	123	308	615	1229	6141
50	120	300	600	1199	5992	185	461	922	1843	9211
25	240	600	1199	2397	11983	369	922	1843	3685	18421
10	600	1498	2996	5992	29958	922	2303	4606	9211	46052

Данное дополнение приводится исключительно для справочных целей и не является предписывающей частью стандарта.

#### ДОПОЛНЕНИЕ 4: Отбор образцов при сосредоточенном распределении вредных организмов: отбор образцов на основе законов бета-биномиального распределения

В случае сосредоточенного пространственного распределения отбор образцов может быть скорректирован, чтобы компенсировать скопления. Для применения данной корректировки необходимо предположить, что образцы товара отобраны в кластерах (например, в коробках) и что каждая единица из выбранного кластера проверена (кластерный отбор образцов). В таких случаях доля зараженных единиц  $f$  не остается постоянной для всех кластеров и будет следовать функции бета плотности.

$$P(X=i) = \binom{n}{i} \frac{\prod_{j=0}^{i-1} (f + j\theta) \prod_{j=0}^{n-i-1} (1 - f + j\theta)}{\prod_{j=0}^{n-1} (1 + j\theta)} \quad \text{Формула 11}$$

где  $f$  является средней долей зараженных единиц (уровнем заражения) в партии.

$P(X = i)$  является вероятностью обнаружения  $i$  зараженных единиц в партии.

$n$  – является количеством единиц в партии.

$\prod$  является функцией – произведением.

$\theta$  характеризует меру сосредоточения для партии  $j$  при  $\theta$  в интервале:  $0 < \theta < 1$ .

Фитосанитарный отбор образцов часто является более связанным с вероятностью не обнаружения зараженной единицы после проведения досмотра нескольких партий. Для каждой такой партии вероятность того, что  $X > 0$  равна:

$$P(X > 0) = 1 - \prod_{j=0}^{n-1} (1 - f + j\theta) / (1 + j\theta) \quad \text{Формула 12}$$

а вероятность того, что каждая из нескольких партий не имеет зараженных единиц, равна  $P(X=0)^m$ , где  $m$  равно количеству партий. Для малых значений  $f$  эта формула может быть преобразована следующим образом:

$$\Pr(X=0) \approx (1+n\theta)^{-(mf/\theta)} \quad \text{Формула 13}$$

Вероятность обнаружения одной или более зараженных единиц выражается как  $1 - \Pr(X=0)$ .

Для определения  $m$ , данное выражение может быть преобразовано следующим образом:

$$m = \frac{-\theta}{f} \left[ \frac{\ln(1 - P(x > 0))}{\ln(1 + n\theta)} \right] \quad \text{Формула 14}$$

Послойный отбор образцов предоставляет способ сокращения влияния сосредоточения. Слой должен быть выбран таким образом, чтобы степень сосредоточения в слое (страте) была минимальной.

Если степень сосредоточения и уровень достоверности постоянны, то может быть определен размер образца. Если степень сосредоточения неизвестна, размер образца не может быть определен.

Значения эффективности ( $\phi$ ) меньше 100% могут быть учтены с помощью замены в уравнениях  $\phi f$  на  $f$ .

Данное дополнение приводится исключительно для справочных целей и не является предписывающей частью стандарта.

### ДОПОЛНЕНИЕ 5: Сравнение результатов отбора образцов на основе законов гипергеометрического распределения и отбора образцов с фиксированной пропорцией

**Таблица 5:** Достоверность результатов при различных схемах отбора образцов при уровне выявления 10%

Размер партии	Отбор образцов на основе законов гипергеометрического распределения (случайный отбор образцов)		Отбор образцов с фиксированной пропорцией (2 %)	
	Размер образца	Уровень достоверности	Размер образца	Уровень достоверности
10	10	1	1	0,100
50	22	0,954	1	0,100
100	25	0,952	2	0,191
200	27	0,953	4	0,346
300	28	0,955	6	0,472
400	28	0,953	8	0,573
500	28	0,952	10	0,655
1 000	28	0,950	20	0,881
1 500	29	0,954	30	0,959
3 000	29	0,954	60	0,998

**Таблица 6:** Минимальные уровни заражения, которые могут быть выявлены с достоверностью 95% при использовании различных схем отбора образцов

Размер партии	Отбор образцов на основе законов гипергеометрического распределения (случайный отбор образцов)		Отбор образцов с фиксированной пропорцией (2%)	
	Размер образца	Минимальный уровень выявления	Размер образца	Минимальный уровень выявления
10	10	0,10	1	1,00
50	22	0,10	1	0,96
100	25	0,10	2	0,78
200	27	0,10	4	0,53
300	28	0,10	6	0,39
400	28	0,10	8	0,31
500	28	0,10	10	0,26
1 000	28	0,10	20	0,14
1 500	29	0,10	30	0,09
3 000	29	0,10	60	0,05