

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА"
(ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ")**



ОКС 03.120.10

Учтённый экземпляр № _____

СО 9.004-02

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГАУ»

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ

СПРАВОЧНИК

САРАТОВ 2012

Предисловие

1. Разработан:	Взамен / впервые	Взамен СО 9.004-01				
	Разработчик	Управление обеспечения качества образования ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГАУ» совместно с ООО «Сибпромавтоматика»				
	По требованиям	МС ИСО 9001:2008				
	С учётом рекомендаций	ГОСТ Р ИСО 9004-2010, ГОСТ Р 52614.2-2006				
2. Утверждён:	Листом утверждения	СО 9.004-ЛУ				
3. Введён в действие:	Приказом	№ 112-ОД от 05.03.2012 г.				
4. Статус:	Соответствует сфере применения	ФЗ РФ "О техническом регулировании" № 184 ФЗ от 27.12.2002 г. Статьями 11-13, 17. ФЗ РФ "Об образовании" N 3266-1-ФЗ от 10.07.1992				
	Данная рабочая копия	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Действительна</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>Аннулирована</td> <td></td> </tr> </table>	Действительна	✓	Аннулирована	
Действительна	✓					
Аннулирована						
5. Срок действия:	До планового пересмотра:	01.03.2014 г.				
6. Последняя литера изменения:	Номер	"02"				

Содержание

1 Область применения	4
2 ОПИСАНИЕ ВЫЯВЛЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	4
2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2.2 ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА.....	4
2.3 ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ.....	5
2.4 ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ	6
2.5 АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
2.6 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА.....	7
2.7 РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ	8
2.8 ВЫБОРОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ	9
2.9 МОДЕЛИРОВАНИЕ	10
2.10 КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ.....	11
2.11 ПОСТРОЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ	12
2.12 АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	12

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГАУ»

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ

СПРАВОЧНИК

Дата введения: 01.03.2012 г.

1 Область применения

Настоящий стандарт организации предоставляет рекомендации по использованию методов анализа данных.

2 ОПИСАНИЕ ВЫЯВЛЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Для анализа данных могут использоваться следующие методы или группы методов:

- описательная статистика;
- планирование экспериментов;
- проверка гипотез;
- анализ измерений;
- анализ возможностей процессов;
- регрессионный анализ;
- выборочный контроль;
- моделирование;
- контрольные карты;
- построение доверительных интервалов;
- анализ временных рядов.

Перечень статистических методов, представленный выше, не является полным или исчерпывающим. Критериями выбора представленных статистических методов явились их известность, широкое распространение и результативность.

2.2 ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА

Описательная статистика основывается на аналитических процедурах, этапных с обработкой и представлением количественных данных. Ее цель является количественная оценка характеристик полученных данных.

Типичной оценкой полученных данных является центральное значение (чаще всего представленное средним значением, модой или медианой) и их разброс или рассеивание (обычно представленное диапазоном изменений, стандартным отклонением или дисперсией). Другой важной характеристикой является распределение данных, для которого существуют количественные измерения, описывающие форму распределения (например, асимметрия).

Информация, представленная описательной статистикой, может быть изображена помощи разнообразных графических методов (от простых гистограмм, диаграмм и карт отклонений до комплексного представления, включающего специальное масштабирование многочисленных измерений и переменных данных в виде вероятностных диаграмм и графиков).

Графические методы позволяют выявить специфическое поведение данных, которое трудно обнаружить в результате количественного анализа. Они широко используются при анализе результатов исследований, при проверке зависимостей между переменными или при оценке параметров, описывающих установленные

связи. Кроме того, графические методы играют важную роль в обобщении и представлении комплексных данных или связей между ними (это особенно эффективно для непрофессиональных наблюдателей).

Наряду со многими статистическими методами, приведенными в данном отчете, графические методы часто используются и поэтому являются важным компонентом статистического анализа.

Описательную статистику используют для обобщения и описания групп данных. Обычно ее применяют на начальном этапе количественного анализа данных, что помогает в выборе последующих статистических процедур.

Характеристики выборочных данных могут служить основой для оценки ее генеральной совокупности с определенным уровнем ошибок и ограничений при использовании статистических гипотез.

Описательная статистика предлагает эффективный и достаточно простой путь обобщения и представления количественных данных. Его легко понять и использовать при анализе и принятии решений на всех уровнях управления.

Описательная статистика обеспечивает количественную оценку характеристик выборочных данных (таких как среднее значение и стандартное отклонение). Однако эти характеристики применимы лишь к ограниченной выборке данных и связаны с определенным методом выборочного контроля.

Более того, измеренные количественные данные не могут использоваться в качестве действительных оценок характеристик генеральной совокупности, из которой была сделана выборка, пока не выполнены основные положения выборочного контроля.

Описательная статистика успешно применяется почти во всех случаях, где собираются и анализируются количественные данные. Примерами ее использования могут быть:

- обобщение основных характеристик параметра продукции (таких как среднее значение и рассеивание);
- описание работы некоторых параметров процесса, таких как температура печи;
- характеристика времени обслуживания в сфере обслуживания;
- обобщение данных, полученных в результате анализа рекламаций потребителей.

2.3 ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Планирование экспериментов представляет собой проведение специально спланированных исследований, опирающихся на статистическую обработку данных для получения результатов с определенным уровнем доверия.

Специальная организационная подготовка и условия, в которых должны быть проведены эксперименты, носят название «планирования экспериментов», а само планирование осуществляется с целью определения условий, при которых должны выполняться эксперименты.

В планировании экспериментов используются преднамеренные изменения в исследуемой системе, и включается статистическая оценка этих изменений в данной системе. В результате появляется возможность определения основных характеристик системы или исследование влияния одного или нескольких факторов на эти характеристики системы.

Планирование экспериментов используется для оценки основных признаков или характеристик продукции, процесса или системы с определенным уровнем доверия. Эти данные затем могут быть использованы для проверки их соответствия определенному стандарту или сравнительной оценки нескольких систем.

Планирование экспериментов наиболее эффективно для исследования комплексных систем, результат работы которых зависит от множества внешних факторов. С помощью планирования экспериментов можно определить наиболее значимые факторы в системе, величину их влияния и связи между факторами (если таковые имеются). Информация, полученная в результате таких экспериментов, может быть использована затем для управления системой или для улучшения продукции или процесса.

Кроме того, информация, полученная в результате запланированного эксперимента, может быть использована и для создания математической модели, описывающей изучаемые характеристики системы в зависимости от входных факторов. С определенными ограничениями (кратко описанными ниже) такая модель может быть использована и для прогнозирования.

При проверке или оценке изучаемой характеристики существует риск выработки неправильных решений из-за случайного характера полученных результатов. Это относится к оценкам, сделанным вопреки требованиям описываемого стандарта и, что более важно, при сравнении двух или более систем. Планирование экспериментов позволяет получить оценки с определенной достоверностью результатов, т.е. уровнем доверия.

Другим преимуществом планирования экспериментов является его относительная эффективность и производительность при исследовании влияния (если такое имеется) разлитых факторов на процесс и взаимосвязи между ними. Эффективность метода особенно проявляется при работе с комплексными процессами, которые охватывают большое число потенциальных факторов влияния. Дальнейшие результаты оценки, сделанные на основании выполняемых экспериментов, могут быть представлены с определенным уровнем доверия и необходимой точностью.

Наконец, при исследовании системы существует риск ошибочного предположения о влияющих причинах, на основании случайной корреляции между двумя или более переменными. Риск неправильного предположения может быть уменьшен при использовании принципов планирования экспериментов.

Определенный уровень свойственной процессу изменчивости (часто называемый «шумом») присутствует в любых системах и иногда может повлиять, на результаты исследований и привести к неверным выводам. Еще одним потенциальным источником ошибок, приводящих к разрушительному эффекту, является наличие неизвестных (или попросту не выявленных) факторов или взаимовлияние между различными факторами в системе. Риск таких ошибок может быть уменьшен с помощью проведения хорошо

спланированных экспериментов за счет определения размера выборки или изменения условий проведения экспериментов. Тем не менее, этот риск никогда не может быть ликвидирован полностью, поэтому всегда должен учитываться в выводах.

Кроме того, результаты экспериментов объективно описывают лишь те факторы и диапазон изменения величин, которые были спланированы для эксперимента. Поэтому нужно соблюдать осторожность при экстраполяции (или интерполяции) диапазона величин, рассматриваемых в ходе эксперимента.

Планирование экспериментов широко применяется при оценке соответствия продукции или процесса определенному выбранному стандарту или при сравнении двух или нескольких видов продукции или процессов. Примером использования метода планирования экспериментов может служить оценка эффективности медицинского лечения при сравнении нескольких способов лечения. Примерами его применения в промышленности являются сравнительные испытания продукции на соответствие определенным стандартным требованиям.

Планирование экспериментов широко используется и для определения факторов влияния в комплексных процессах и, в конечном счете, для улучшения процессов или продукции. Типичным применением его в промышленности является улучшение среднего значения некоторых производственных характеристик, таких как объем выпуска продукции, прочность, уровень шума, время износа в таких областях, как электроника, автомобилестроение и химическая промышленность. Кроме того, планирование экспериментов встречается и в сельском хозяйстве и в медицине, поэтому потенциальная область применения остается обширной.

2.4 ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗ

Проверка гипотез является статистической процедурой для проверки обоснованности гипотезы, рассматривающей параметры одной или нескольких выборок с определенным уровнем доверия.

Проверка гипотез дает возможность сделать вывод о верности гипотезы на основании рассмотрения параметров совокупности (как оценку из выборки) с определенным уровнем доверия. Такая же процедура может быть применена и для проверки соответствия параметров совокупности определенному стандарту или для проверки отличий в двух или нескольких совокупностях.

Распространение данного статистического метода объясняется тем, что он может быть использован для описания «доверительного интервала», в который может попасть параметр с определенным уровнем доверия.

Проверка гипотезы непосредственно или косвенно используется вместе с некоторыми статистическими методами, представленными в данном отчете, такими как выборочный контроль, контрольные карты, планирование экспериментов, регрессионный анализ и другие.

Проверка гипотезы позволяет сформулировать утверждения о параметрах совокупности с определенным уровнем доверия. Это может помочь в принятии решений, зависящих от выбранных параметров.

Очень важно принимать во внимание, что в основе проверки гипотез лежат статистические предположения, поэтому необходимо учитывать определенные ограничения в правильности выводов, сделанных на основе такой проверки. Теоретически существуют некоторые разногласия по поводу принятой логики соединения проверки—гипотезы и правильности вывода.

Метод проверки гипотез применяется в том случае, когда необходимо сформулировать утверждение о параметрах одной или нескольких совокупностей. Процедура может быть использована, чтобы:

- проверить среднее значение (или стандартное отклонение) совокупности на соответствие заданному значению;
- сравнить средние значения совокупностей;

- проверить соответствие совокупности с определенными признаками заданному значению;
- проверить равенство соотношений двух совокупностей;
- проверить, являются ли выборочные данные с определённой функцией вероятности частью генеральной совокупности;
- проверить, имеют ли две совокупности похожие распределение;
- проверить, была ли сделана выборка только из одной совокупности;
- проверить, действительно ли экстремальное значение наблюдения принадлежит данной выборке.

2.5 АНАЛИЗ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализ измерений представляет собой набор процедур для оценки точности измерительной системы в условиях ее работы.

Анализ измерений используется для проверки с определенным уровнем доверия пригодности измерительной системы для достижения поставленных целей. Он включает в себя количественное определение изменчивости из различных источников, таких как вариация по причине оператора, выполняющего измерения, или вариация самого измерительного прибора. Кроме того, анализ применяется для описания изменчивости в результате работы измерительной системы как части общей изменчивости процесса.

Анализ измерений обеспечивает недорогой и эффективный способ выбора измерительных приборов или принятия решения о возможности использования прибора для оценки контролируемого параметра продукции или процесса.

Анализ измерений обеспечивает основу для сравнения или исключения различий в измерениях путем определения количественных вариаций различных источников и самих измерительных системах.

Существуют определенные ограничения в применении анализа измерений, которые необходимо учитывать:

- во всех случаях анализ измерений должен проводиться квалифицированным специалистом;
- результаты анализа измерений при небрежном его проведении могут стать источником ошибки и ложного оптимизма, как с точки зрения самих результатов, так и для решения о приемлемости продукции;
- анализ измерений не обязательный, а вспомогательный метод.

Выражение неопределенности измерений. Количественная оценка в сражения неопределенности измерений придает организации уверенность в отношениях с потребителем (внутренним и внешним), т.к. она выполняет соответствующие измерения для достижения требуемого уровня качества продукции. Анализ неопределенности измерений часто помогает выявить изменчивости в показателях качества продукции и, следовательно, лучше организовать размещении ресурсов для обеспечения и улучшения качества.

- Выбор новых инструментов. Анализ измерений может помочь при выборе прибора путем исследования соответствия его вариации поставленным задачам измерения.
- Определение характеристик метода (достоверность, точность, повторяемость, воспроизводимость и т.д.). Это позволяет осуществлять выбор наиболее подходящих методов измерений при поддержании качества продукции. Кроме того, организация может сбалансировать стоимость и эффективность различных методов измерений в соответствии с произведенным ими эффектом на качество продукции.
- Проверка профессионализма. Измерительную систему, используемую в организации можно оценить путем сравнения результатов её измерений с результатами, взятыми из других систем измерений. Подобное сравнение не только придает уверенность в отношениях с потребителями, но и помогает организации в улучшении используемых ею методов или обучении персонала.

2.6 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА

Возможности процесса являются оценкой изменчивости, процесса, находящегося в состоянии статистической устойчивости. Если данные процесса распределяются по нормальному закону (в форме «колоколообразной зависимости»), возможности процесса определяются термином «разброс» процесса и обычно измеряются величиной стандартных σ отклонений распределения процесса. Этот разброс содержит 99,73% совокупности.

Возможности процесса лучше всего могут быть выражены индексом, связывающих, изменчивость, реального процесса с полем допуска, установленным в технических требованиях. Широко используется так назы-

ваемый индекс воспроизводимости для количественных данных «Ср», который рассчитывается как допуск, деленный на 6 стандартных отклонений. Другой широко используемый индекс - «Срк», описывающий возможности нецентрированного процесса. Существуют и другие индексы, используемые для упрощения расчета долго- и краткосрочной изменчивости и определения вариации вокруг установленного целевого значения.

Если данные процесса включают в себя такие признаки, как процент несоответствующих единиц продукции или число несоответствий на единицу продукции, возможности процесса могут быть определены как средний процент несоответствующих единиц продукции или как среднее число несоответствий.

Анализ возможностей процесса является исследованием изменчивости и распределения процесса с целью оценки его способности изготавливать продукции в рамках разброса вариации, разрешенной в технических требованиях.

Анализ возможностей процесса используется для определения способности процесса производить продукцию, соответствующую установленным требованиям, и оценки ожидаемого количества несоответствующей продукции.

С помощью анализа возможностей процесса осуществляется проверка изменчивости процесса и оценка доли несоответствующей продукции. Это позволяет поставщику оценить издержки, от несоответствий и помогает принять решения по улучшению процесса.

Кроме того, установление минимального значения на индекс возможностей процесса помогает поставщику в выборе процессов и оборудования, способных производить продукцию необходимого качества,

Понятие возможностей процесса применяется только к стабильному процессу. Тем не менее, разработаны подходы для вычисления и объяснения возможностей нестабильных процессов с определенными систематическими причинами вариации, например для изнашивания инструмента.

Анализ возможностей процесса должен использоваться совместно с методами управления для обеспечения объективности результатов управления.

Для распределений, отличающихся от нормального закона, использование индексов возможностей может привести к ошибке, поэтому оценка доли несоответствующей продукции должна основываться на методах анализа возможностей процесса, специально разработанных для процессов с ненормальным законом распределения.

Высокие требования к возможностям процесса (т.е. при $Cpk > 2$) предъявляются к отдельным элементам и подсистемам для обеспечения приемлемого уровня надежности комплексных систем.

Понятие возможностей процесса используется для установление рациональных технических требований к произведенной продукции путем обеспечения (согласованности между вариациями комплектующих деталей годовой продукции и установленными допусками. Наоборот, если необходим жесткий допуск, производители комплектующих деталей должны достичь определенного уровня возможностей процесса, чтобы обеспечить требуемый объем выпуска продукции и минимальные потери.

В автомобилестроении, космической технике, электронике, пищевой и медицинской промышленности повсеместно используют индексы возможностей процесса в качестве основного критерия оценки материалов и продукции. Это позволяет производителю ослабить входной контроль закупаемой продукции и материалов.

Некоторые предприятия и обслуживающие компании используют индексы возможностей процесса для определения необходимости улучшения процесса или для проверки, эффективности таких улучшений.

2.7 РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Регрессионный анализ связывает поведение изучаемой характеристики (часто называемой «переменной отклика») с потенциальными причинами (часто называемыми «переменными причин»). Целью регрессионного анализа является помощь при выявлении причины вариации отклика и определении влияния каждой возможной причины на подобную вариацию. Это достигается путем статистической связи вариации в переменной отклика с вариацией в переменных причин.

Регрессионный анализ позволяет следующее:

- проверять гипотезы о влиянии переменных причин на отклик и использовать полученную информацию при работе над откликом;
- прогнозировать значение переменной отклика при известных значениях переменных причин;
- прогнозировать (с определенным уровнем доверия) диапазон значений, в котором будет находиться отклик, при наличии установленных значений переменных причин;

- оценить характер и степень зависимости между переменной отклика и переменными причинами; такая информация может быть использована для определения эффекта изменения фактора, такого, например, как температура или объем выпуска продукции исследуемого, процесса при неизменности других.

Регрессионный анализ обеспечивает понимание связи между различными факторами и ожидаем им откликом, что помогает в принятии решений, связанных с изучаемым процессом, и в конечном счете улучшает процесс.

Выявление связи с помощью регрессионного анализа основывается на его способности создавать модели данных процесса, сравнивать различные, связанные подгруппы данных и анализировать их с различных точек зрения. Такой путь может использоваться в причинно-следственном анализе.

Если связи хорошо смоделированы, регрессия может обеспечить оценку относительного влияния переменных причин и их ранжирование. Данная информация имеет важное значение для управления и улучшения результатов процесса.

Кроме того, регрессионный анализ обеспечивает оценку воздействия на отклик неизмеренных или не включенных в анализ факторов. Эта информация может быть использована для улучшения системы измерений или для управления процессом.

Регрессионный анализ может быть использован для прогнозирования значения переменной отклика, если известны значения одной или нескольких причин. Также он может быть использован для прогнозирования отклика из-за изменения причин. Полезно провести такой прогноз, чтобы напрасно не затрачивать средства и время на решение проблемы, когда эффективность такой процедуры неизвестна.

При моделировании процесса требуется навык в определении наилучших условий регрессионной модели и использовании диагностики для улучшения модели. Влияние случайной вариации на отклик может превратить такое моделирование в комплексную и трудную задачу.

Включенные или не включенные в анализ отдельные наблюдения или небольшие сгруппированные данные могут повлиять на оценку отклика. Поэтому факторы влияния должны быть выявлены и отделены от спорных экстремальных величин.

Важно упростить модель путем сокращения количества переменных причин. Включение ненужных причин может усложнить определение зависимости от действительных причин и снизить точность прогнозов. Однако исключение важной причины может ограничить полезность всей системы во многих отношениях.

Регрессионный анализ используется для моделирования производственных процессов, анализе произведенной продукции, показателей качества производственных процессов, времени циклов, вероятности успешного проведения проверок или инспекции и дефицита различных материалов в процессе производства.

Регрессия используется для прогнозирования результатов эксперимента, планирования или изучения предшествующих изменений условий производства продукции или материалов.

Примерами использования нелинейной регрессии может служить моделирование концентрации лекарств от времени и веса входящих ингредиентов, моделирование химических реакций от времени, температуры, давления и т.д.

2.8 ВЫБОРОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

Выборочный контроль является систематическим статистическим методом для получения информации о характеристиках совокупностей путем изучения представительной выборки этой совокупности. Применяемыми методами выборочного контроля могут быть простой, случайный, систематический, последовательный и другие методы.

Выборочный контроль может быть разделен на две обширных, взаимосвязанных друг с другом области: «статистический приемочный контроль» и «выигранное обследование».

Статистический приемочный контроль обеспечивает принятие решений относительно приемлемости или неприемлемости партии по результатам выборки, сделанной из этой партии. Широкое использование планов статистического приемочного контроля подтверждает его возможность удовлетворения установленных требований.

Выборочное обследование используется при аналитических исследованиях с целью оценки значений одной или нескольких характеристик совокупности или получения распределения этих характеристик. Поскольку выборочное обследование часто проводится с помощью опросов людей по определенному вопросу, оно в равной степени может применяться к данным, собранным для других целей, таких как аудиты.

Выборочный контроль, используемый с целью исследования и сбора информации о характеристиках совокупности или подмножестве совокупности, является специальной формой выборочного обследования. К

этому виду относится и производственный выборочный контроль, который может быть использован совместно с анализа возможностей процесса.

Правильно разработанный план выборочного контроля обеспечивает экономию времени, средств и труда по сравнению с анализом общей совокупности или 100-процентным контролем партии.

Выборочный контроль предлагает недорогой и быстрый путь получения предварительной информации, относящейся к величине и распределений изучаемой характеристики общей совокупности.

При выборе плана выборочного контроля особое внимание следует обращать на размер выборки, частоту выборочного контроля, метод взятия выборки, принцип группировки данных и другие аспекты методологии выборочного контроля.

Выборочный контроль требует, чтобы выборка была сделана несмещенным способом, т.е. требует представлять совокупность, из которой она сделана (иметь репрезентативный характер). Для нерепрезентативных выборок возможна неправильная оценка характеристик совокупности. В случае статистического приемочного контроля нерепрезентативные выборки могут привести к отклонению партий хорошего качества или, наоборот, к приемке партий неудовлетворительного качества.

Даже у репрезентативных выборок информация может быть ошибочной. Величина этой ошибки может быть уменьшена за счет увеличения объема выборки, но она не может быть полностью исключена. В зависимости от поставленной задачи и целей выборочного контроля объем выборки, требуемый для достижения желаемого уровня доверия и точности, может быть очень большим.

Часто выборочный контроль используется в исследованиях рынка для оценки совокупности потребителей, имеющих возможность купить выпускаемую продукцию.

Другим применением выборочного контроля могут служить аудиты с целью оценки соответствия документации или данных установленным процедурам.

Выборочный контроль используется для проверок операторов машин или производственного процесса с целью регистрации вариаций и выбора правильных предупреждающих действий,

Статистический приемочный контроль широко используется в промышленности для обеспечения уверенности в том, что материалы на входе удовлетворяют предписанным требованиям.

2.9 МОДЕЛИРОВАНИЕ

Моделированием называется совокупность процедур, с помощью которых теоретическая или эмпирическая система может быть представлена математически в виде компьютерной программы для поиска решения проблемы. Если для подобного представления используются понятия теории вероятности, в частности случайных переменных, моделирование называется «методом Монте-Карло».

С точки зрения теоретической науки моделирование используется в том случае, если неизвестно ни одной исчерпывающей теории для решения проблемы, а ее и теорий существуют» то невозможно или трудно ими воспользоваться. Кроме того, моделирование используется тогда, когда решение может быть получено с использованием компьютера. С практической точки зрения моделирование используется в том случае, если система может быть адекватно описана компьютерной программой. Кроме того, моделирование является полезным инструментом в изучении статистики.

В последнее время развитие относительно недорогих расчетных компьютерных программ приводит к расширению использования моделирования проблем, к которым раньше его не применяли.

Наряду с теоретическими науками моделирование (в частности, метод Монте-Карло) используется когда применение точных расчетов для решения проблем невозможно или расчеты слишком громоздки (например, n -пространственная интеграция). В эмпирическом представлении моделирование используется, когда эмпирические исследования не возможны или слишком дороги. Преимуществом моделирования является получение решения для любого случая с экономией времени и средств.

В области изучения статистики использование моделирования имеет чисто педагогические причины, т.к. с помощью его можно эффективно проиллюстрировать случайную вариацию.

В теоретической науке доказательства, основанные на понятии приемлемости, более предпочтительны, чем моделирование, т.к. моделирование часто не полностью объясняют причины полученного результата.

При компьютерном моделировании эмпирических моделей ограничения возникают из-за того, что модель может быть неадекватной, т.е. лишь частично представлять проблему. Поэтому моделирование не может заменить реальные эмпирические исследования и эксперименты.

В крупномасштабных проектах (например, космических программах) обычно используется метод Монте-Карло. Использование моделирования не ограничено только промышленностью. Типичными областями

применения являются построение статистических допусков, моделирование процесса, теория надежности и прогнозирование.

Специфическими видами применения являются моделирование изменчивости механических подсистем или моделирование вибрации в сложных конструкциях.

2.10 КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ

Карта Статистического управления процессом или контрольная карта является графическим Представлением данных из выборки, которые периодически берутся из процесса и наносятся на график в соответствии со временем. Кроме того, на контрольных картах отмечаются «контрольные границы», которые описывают присущую изменчивость устойчивого процесса. Целью контрольной карты является помощь в оценке стабильности процесса на основе изучения и нанесения на график данных с учетом контрольных границ.

Любая переменная (измеренные данные) или признак (расчетные данные), представляющие изучаемую характеристику продукции или процесса, могут быть нанесены на график. В случае переменных данных одна контрольная карта обычно используется для наблюдения отклонении центра процесса, а другая - для наблюдения изменения вариации процесса.

Наиболее широко используемый вид контрольных карт - карты Шухарта. Существуют другие виды контрольных карт, каждая из которых имеет собственные свойства и область применения, примерами являются «карты накопленных сумм», которые обеспечивают большую чувствительность к малейшим изменениям процесса, «карты со скользящим средним значением» (равномерные или взвешенные), которые служат для сглаживания вариаций возвратных трендов.

Контрольная карта используется для обнаружения изменений в процессе. Нанесенные на график данные сравниваются с контрольными границами. В упрощенном виде точка графика, находящаяся вне области контрольных границ, дает сигнал о возможном изменении процесса из-за действия определенной причины. В результате появляется потребность в исследовании причины изменения или для регулирования процесса, что помогает поддерживать стабильность процесса и проводить их улучшение во времени.

Использование контрольных карт может быть направлено на более оперативное отслеживание изменений процесса или увеличение чувствительности к малейшим его изменениям за счет применения дополнительного критерия отслеживания трендов и методов нанесения данных на графики.

Кроме того, что данные представляются наглядно, контрольные карты указывают на изменение процесса, позволяя отслеживать различия случайной вариации, присущей стабильному процессу, и вариации, являющиеся результатом особых причин. Роль и значение контрольных карт в различных процедурах, связанных с процессами, изложена ниже.

Управление процессом: различные контрольные карты используются для распознавания изменений положения центра процесса или изменчивости процесса, а также для выбора корректирующих действий, сохраняя тем самым стабильность процесса.

Анализ возможностей процесса: данные контрольных карт могут быть использованы впоследствии для оценки возможностей процесса.

Анализ системы измерений: используя контрольные границы, которые отражают изменчивость измерительной системы, контрольные карты показывают, способна ли измерительная система обнаружить изменчивость изучаемого процесса или продукции.

Анализ причин и воздействий: связь между результатами процесса и видам контрольных карт может помочь выявить неслучайные причины, лежащие в основе процессов, и разработать план эффективных действий.

Непрерывное улучшение: контрольные карты используют с целью прослеживания и определения причин вариации процесса и их сокращения.

Выборки из процесса важно сделать таким способом, который позволяет наилучшим образом выявить исследуемое отклонение: такая выборка носит название «рациональной подгруппы». Такой способ помогает эффективному использованию и анализу контрольных карт и выбору источников вариации процесса.

Краткосрочные процессы представляют особые трудности, т.к. зачастую не достаточно данных для определения соответствующих контрольных границ.

Существует риск «ложной тревоги» при анализе контрольных карт, т.е. риск не правильного заключения о наличии изменения, хотя его на самом деле нет. Этот риск может быть ослаблен, но никогда полностью не исключен.

2.11 ПОСТРОЕНИЕ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ

Построение доверительных интервалов представляет процедуру определения допусков, основанную на достоверности действий, совершенной с помощью статистического распределения измерений.

При объединении многочисленных индивидуальных объектов в единый блок, часто критический фактор или требование комбинаций и взаимозаменяемости таких объектов не является суммарной величиной индивидуальных объектов, хотя в результате объединения достигается общая величина.

Экстремальные значения общей величины, т.е. очень большие или очень маленькие, присутствуют только в том случае, когда величины всех отдельных объектов лежат в пределах нижней или верхней границы их относительных допусков. Если отдельные допустимые отклонения складываются в общий допуск величины, можно считать это общим арифметическим допуском.

Для статистического определения общих допусков, включающих большое число индивидуальных составляющих, величина границы одного допуска будет скорректирована величиной границы другого допуска. Например, отдельный размер, лежащий около нижней границы допуска, может совпасть с другим размером (или комбинацией размеров), лежащим около верхней границы допуска. Применяя статистику, при определенных условиях общая величина будет иметь нормальное распределение. Этот факт не зависит от распределения отдельных величин, поэтому может быть использован для оценки доверительных интервалов общей величины сформированного блока. Альтернативой общего допуска может быть определение доверительных интервалов отдельных величин.

Рассматривая допуски для индивидуальных значений (которые не обязательно должны быть одинаковыми), подсчет общего статистического допуска способствует выработке общего допуска величины, который будет меньше, чем общий допуск величины, подсчитанный арифметически.

Это значит, что, зная допуск общей величины, построение статистических допусков позволит использовать более широкие допуски для отдельных величин, чем общий допуск, полученный арифметически. На практике это может быть выгодно, т.к. более широкие допуски ассоциируются с более простыми и дешевыми методами производства.

Построение доверительных интервалов в первую очередь требует определение части сформированной совокупности, которая может лежать вне общего доверительного интервала. Для построения доверительных интервалов на практике должны быть учтены следующие условия:

- отдельные действительные измерения могут рассматриваться как некоррелированные случайные переменные;
- размерная цепочка линейная;
- размерная цепочка включает не менее 4 единиц;
- допуски для индивидуальных значений имеют одинаковый порядок;
- распределения отдельных измерений размерной цепочки известны.

Очевидно, что некоторые из этих требований могут встретиться в производстве при проведении управления и наблюдения за процессом. На стадии разработки продукции необходимы инженерные знания для применения и построения доверительных интервалов.

Теория построения доверительных интервалов повсеместно применяется при сборке узлов, когда появляются дополнительные связи между размерами плив в случаях простого вычитания (например, допуск вала и отверстия). Построение доверительных интервалов применяется в машиностроительной, электротехнической и химической промышленности. Эта теория также применяется при компьютерном моделировании для определения оптимальных допусков.

2.12 АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Анализ временных рядов (иногда называемый анализом трендов) представляет набор

методов для изучения последовательных во времени групп наблюдений. Эти методы включают:

- графическое изображение временного ряда (часто называемое картой тренда), т.е. нанесение изучаемой характеристики на ось «у», а времени - на ось «х»;
- нахождение «запаздывания модели» путем статистического Анализа взаимосвязи наблюдения с предыдущим наблюдением и повторение этой процедуры для каждого периода запаздывания (используя метод корреляции);
- нахождение циклических и сезонных моделей для раскрытия причин тех факторов, которых могут повторить свое влияние в будущем (используя метод оценки спектральной плотности распределения);
- использование статистических инструментов из эконометрики и теории

автоматического регулирования и управления для прогноза будущих наблюдений или понимания причин факторов, которые более всего способствовали отклонениям временных рядов.

Анализ временных рядов применяется для описания поведения моделей во времени и определения применимости данных для точного прогнозирования изменений. Кроме того, он и пользуется для выявления неожиданного изменения формы временного ряда. Другим примером использования данного анализа является объяснение моделей одного временного ряда при помощи моделей других временных рядов со всеми задачами, присущими регрессионному анализу.

Анализ временных рядов используется для прогнозирования будущих изменений значений временных рядов с определенными верхними и нижними пределами, досматриваемыми как прогнозируемый интервал. Это находит широкое распространение в области контроля и часто применяется в автоматизированных процессах. В этом случае модель вероятности применяется к временным рядам, будущие значения которых с прогнозированы, а затем параметры процесса регулируются для удержания процесса внутри желаемых границ.

Анализ временных рядов полезен в планировании, конструировании, определении изменений процесса, а также измерении эффекта определенного внешнего вмешательства или действия.

Кроме того, анализ временных рядов полезен для сравнения получаемых результатов в случае отсутствия улучшений или изменений процесса и в случае проведения улучшений и изменений.

Методы временных рядов помогают при анализе причинно-следственных моделей. Существуют методы для разделения систематических и случайных причин и создания моделей временных рядов с циклическими, сезонными и направленными изменениями.

Анализ временных рядов часто полезен для понимания поведения процесса при определенных условиях и выбора регулировки, способной повлиять на процесс для достижения его цели или уменьшения изменчивости процесса.

Ограничения и особенности применения, указанные для регрессионного анализа, применимы также и к анализу временных рядов. Для понимания причин и последствий при моделировании процесса требуется определенный уровень профессионализма для выбора наиболее подходящей модели и использования инструментов диагностики для улучшения модели. Профессионализм (и использование компьютерной техники) требуются для разработки модели временных рядов, поэтому данное требование становится актуальным, когда многочисленные причины вовлечены в прогнозирование.

Количество факторов, включенных в анализ, а также характер наблюдений могут иметь заметное влияние на модель. Поэтому наблюдения, оказывающие основное влияние, должны быть отделены от случайных данных.

Различные методы оценки временных рядов могут иметь различный успех в зависимости от моделей временных рядов и количества периодов, для которых осуществляется прогнозирование. Поэтому выбор модели должен учитывать цель, природу данных, относительную стоимость и аналитические и прогнозируемые свойства различных моделей.

Анализ временных рядов применяется для изучения моделей представления процесса во времени, например изменение претензий потребителей, несоответствий, производительности и результатов проверок с течением времени.

Применение анализа временных рядов для развития организации позволяет спрогнозировать необходимое количество запасных частей, возможное количество прогулов, изменение потребительских заказов, требуемого сырья и материалов и т.д.

Причинный анализ временных рядов используется для разработки моделей прогнозов развития требований или установления связи с надежностью, например при прогнозировании количества определенных событий за определенный период времени и распределения временных интервалов между событиями, такими как износ оборудования.

Лист для предложений по улучшению стандарта организации

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

_____ Н.И. Кузнецов

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ

СПРАВОЧНИК

СО 9.004-ЛУ

Проверка документа

	Должность	Фамилия И.О.	Подпись	Дата
Разработал	Специалист службы менеджмента качества	А.А. Савич		
Проверил	Главный специалист службы менеджмента качества	И.Ю. Суржанская		
Проверил				
Проверил				

Согласование документа

Подразделение	Должность	Фамилия И.О.	Подпись	Дата
	Проректор по организационно-управленческой и кадровой работе	А.В. Дружкин		
	Проректор по учебной работе	С.В. Ларионов		
	Проректор по научной и инновационной работе	И.Л. Воротников		
	Проректор по воспитательной и социальной работе	О.М. Попова		
	Проректор по административно-хозяйственной работе	В.В. Васильев		
	Проректор по безопасности	В.И. Ходжейса		
	Проректор по среднему профессиональному образованию, имущественным и земельным отношениям	В.В. Храмушин		

Приказ о внедрении № _____ от _____