

Ассоциация предприятий машиностроения
«Кластер автомобильной промышленности»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АПМ «Кластер АП»

А.В.Крайнов

«14» 03 2019 г.

ПРОГРАММА
повышения квалификации
«АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (MSA)»
(16 часов)

Автор-составитель: Козлова Надежда Николаевна

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель Учебного центра

Банников С.И.

Самара-Тольятти
2019 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели:

- ознакомиться с методами проведения анализа измерительных систем;
- получение основных знаний о методике проведения MSA с точки зрения организации эффективной работы по проведению статистического анализа измерительных процессов для выдачи заключения о приемлемости измерительного процесса для целей измерения;
- научиться оценивать измерительные системы и процессы и выстраивать системные процессы по управлению этими процессами для обеспечения пригодности измерительного процесса для целей измерения;
- научиться разрабатывать самостоятельные практические решения для внедрения требований стандартов качества и специфических требований потребителей автомобильной промышленности (ОЕМ).

Категория слушателей: специалисты со средним и высшим профессиональным образованием.

Срок обучения: (16) учебных часов.

Контроль качества процесса обучения осуществляется посредством выполнения каждым слушателем обязательных тестовых и практических заданий, совокупность которых представляет зачетную выпускную работу по предмету (дисциплине), которая может публично защищаться и быть представлена как на электронных, так и на бумажных носителях.

Задачи и содержание программы:

- получить системные знания о методике MSA и алгоритме ее проведения;
- осознать начальную мотивацию технических и производственных подразделений для внедрения MSA;
- понимание новой парадигмы, новых ролей и зон ответственности при внедрении MSA;

- изучение комплекса мероприятий, направленных на принятие решения о приемлемости измерительного процесса для целей измерения.

- сформировать навыки работы по проведению анализа измерительных систем и оценки его результатов;

- получить практический опыт по оценке измерительных систем и выборе соответствующего метода анализа для различных измерительных систем;

- закрепить полученные знания на практике.

По каждому модулю программы рассматриваются практические примеры, лучшие практики и рекомендации участникам применительно к их сфере деятельности и ответственности в организации.

В завершении рассмотрения каждого раздела проводятся практические занятия, направленные на достижение понимания требований, методик и выработку инструментов и решений.

Результаты выполненных заданий разбираются с аудиторией.

Программа может осваиваться полностью, либо по выбранным слушателем модулям. По факту освоения образовательной программы полностью или частично выдается соответствующий сертификат.

Режим занятий: (2 дня по 8 часов в день).

Продолжительность программы обучения: (16) часов.

Форма занятий: Очная.

Тренинг проводится в форме лекций и практических занятий.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей	Всего, час.	в том числе	
			Лекции	Практические занятия
1	Модуль 1. Введение. Знакомство. Введение в MSA. Цели MSA	2,0	2,0	
2	Модуль 2. Ключевые статистические показатели и графики, используемые в MSA. Терминология MSA	2,0	2,0	
3	Модуль 3. Методика оценки смещения Методика оценки линейности смещения. Способы выявления нелинейных смещений	2,0	1,5	0,5
4	Модуль 4. Анализ повторяемости (сходимости) и воспроизводимости (R&R) измерительной системы	2,0	1,5	0,5
5	Модуль 5. Анализ контрольных процессов	2,0	1,5	0,5
6	Модуль 6. Практическая работа	4,0		4,0
7	Модуль 7. Подведение итогов. Разбор спорных ситуаций. Тестирование	2,0		2,0
	Итого:	16,0	8,5	7,5

3. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей (краткое описание)	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практ. занятия
1	<p>Модуль 1. Введение. Знакомство. Введение в MSA. Цели MSA</p> <p>На занятиях разбираются следующие вопросы: Измерительная система и ее основные понятия. Контрольные и измерительные процессы для обеспечения качества продукции и процессов изготовления. Модель измерительной системы. Атрибуты измерительной системы. Понятие изменчивости. Изменчивость измерительной системы. Количественные и атрибутивные (качественные) измерительные системы. Ресурсы для мониторинга и измерений. Приемлемость измерительных систем. Анализ измерительных систем – MSA. Цели и задачи MSA. Объекты MSA. Требования IATF 16949:2016 и специфические требования потребителей автомобильной промышленности к проведению анализа измерительных систем. Место MSA в системе качества процессов изготовления и APQP. Ответственность за проведение анализа MSA. Ответы на вопросы слушателей</p>	2,0	2,0	
2	<p>Модуль 2. Ключевые статистические показатели и графики, используемые в MSA. Терминология MSA</p> <p>На занятиях разбираются следующие вопросы: Основные понятия MSA. Количественные и атрибутивные (качественные) измерительные системы. Измерительные и контрольные процессы. Какие измерительные системы в них применяются. Ключевые статистические показатели и графики, используемые в MSA: линейность, смещение, сходимость, разброс, интервалы неопределенности и интервалы соответствия/ несоответствия,</p>	2,0	2,0	

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей (краткое описание)	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практ. занятия
	<p>воспроизводимость и пригодность Виды методик MSA и способов его проведения. MSA – как инструмент минимизации риска получения ложных решений при измерительных и контрольных процессах. Задача обеспечения достоверности данных при любых измерениях. Специальные руководства для MSA. Применение программных продуктов для проведения MSA. Алгоритм проведения MSA. Входные данные. Правила планирования периодических MSA. Правила повторного проведения MSA. Ответы на вопросы слушателей</p>			
3	<p>Модуль 3. Методика оценки смещения Методика оценки линейности смещения. Способы выявления нелинейных смещений</p> <p>На занятиях разбираются следующие вопросы: Модель измерительного процесса. Методики MSA для измерительных процессов с количественными измерительными системами. Причины изменчивости измерительного процесса. Смещение измерительного процесса. Линейность смещения измерительного процесса. Подготовка к проведению анализа. Первоначальное проведение анализа. Оценивание линейности и смещения. Анализ линейности смещения измерительного процесса. Применение форм регистрации данных и форм анализа измерительной системы. Способы и формы полуавтоматизированного и автоматизированного расчета показателей MSA. Разбор практических примеров с группой. Анализ представленных примеров. Ответы на вопросы слушателей</p>	2,0	1,5	0,5
4	<p>Модуль 4. Анализ повторяемости (сходимости) и воспроизводимости (GR&R) измерительной системы</p> <p>На занятиях разбираются следующие вопросы:</p>	2,0	1,5	0,5

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей (краткое описание)	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практ. занятия
	<p>Стабильность измерительного процесса (статистически управляемое состояние). Сходимость результатов измерений. Воспроизводимость результатов измерений. Подготовка к проведению анализа. Первоначальное проведение анализа. Оценивание сходимости и воспроизводимости. Неопределенности измерительного процесса. Метод средних и размахов. Построение контрольной карты средних и размахов. Оценка стабильности процесса. Метод дисперсий (ANOVA). Регрессионный и дисперсионный анализ распределения измерений. Определение расширенной неопределенности измерительной системы, процесса измерения и их пригодности. Анализ сходимости и воспроизводимости измерительного процесса. Взаимосвязь между фактическим и наблюдаемыми значениями индекса возможности процесса с зависимости от показателя пригодности измерительного процесса. Применение форм регистрации данных и форм анализа измерительной системы. Способы и формы полуавтоматизированного и автоматизированного расчета показателей MSA. Критерии приемлемости измерительной системы по показателям GR&R и ndc. Заключение о приемлемости измерительного процесса. Несоответствия измерительного процесса. Меры реагирования и мероприятия по улучшению / изменению измерительных систем и измерительных процессов. Периодическое подтверждение статистических характеристик. Разбор практических примеров с группой. Анализ представленных примеров. Ответы на вопросы слушателей</p>			
5	<p>Модуль 5. Анализ контрольных процессов</p> <p>На занятиях разбираются следующие вопросы:</p>	2,0	1,5	0,5

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей (краткое описание)	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практ. занятия
	<p>Модель атрибутивных (качественных) измерительных систем.</p> <p>Внутренние потери качества на процессе приемочного контроля атрибутивных (качественных) измерительных систем.</p> <p>Методики MSA для атрибутивных (качественных) измерительных систем.</p> <p>Процедура с референтными значениями.</p> <p>Доказательства с референтным значением.</p> <p>Процедура без референтных значений.</p> <p>Доказательства с референтным значением.</p> <p>Подготовка к проведению анализа.</p> <p>Первоначальное проведение анализа.</p> <p>Оценивание и анализ смещения и сходимости контрольного процесса.</p> <p>Шаги определения интервала неопределенности.</p> <p>Расчет вероятности признания образца соответствующим.</p> <p>Применение форм регистрации данных и форм анализа измерительной системы.</p> <p>Способы и формы полуавтоматизированного и автоматизированного расчета показателей MSA.</p> <p>Правила приемлемости измерительной системы по атрибутивным (качественным) показателям измерительных систем для контрольных операций.</p> <p>Несоответствия контрольного процесса.</p> <p>Заключение о приемлемости контрольного процесса.</p> <p>Меры реагирования и мероприятия по улучшению / изменению измерительных систем и контрольных процессов. Действия при неприемлемых статистических характеристиках измерительных процессов.</p> <p>Периодическое подтверждение статистических характеристик.</p> <p>Разбор практических примеров с группой.</p> <p>Анализ представленных примеров.</p> <p>Ответы на вопросы слушателей</p>			
6	<p>Модуль 6. Практическая работа</p> <p>1. Расчет смещения и линейности измерительного процесса: по представленным в задании результатам замеров продукции рассчитать абсолютное смещение для каждого из образцов, коэффициент корреляции,</p>	4,0		4,0

№	Наименование разделов, дисциплин, тем, модулей (краткое описание)	Всего, час.	в том числе	
			лекции	практ. занятия
	<p>коэффициенты для построения линии регрессии, абсолютное и относительное значения линейности смещения измерительного процесса, научились интерпретировать полученные результаты.</p> <p>2. Исследование сходимости и воспроизводимости измерительного процесса: провести комплекс измерений представленных образцов, заполнить отчетные формы регистрации данных, рассчитать сходимость и воспроизводимость измерительного процесса, интерпретировать полученные результаты.</p> <p>3. Оценивание результатов анализа сходимости и воспроизводимости: по представленным в задании результатам значений сходимости и воспроизводимости оценить измерительный процесс, определить возможные несоответствия измерительного процесса, разработать комплекс мероприятий по его улучшению.</p>			
7	Модуль 7. Подведение итогов. Разбор спорных ситуаций. Тестирование	2,0		2,0
	Итого:	16,0	8,5	7,5

4. ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

«АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (MSA)»

ФИО: (слушателя) _____ Дата: «__» _____ 20__ г.

Вопросы:

1. Приоритеты в MSA следует фокусировать на:

- а) измерениях с применением дорогостоящего измерительного / контрольного оборудования
- б) критических или специальных характеристиках продукции или процессов
- в) специальных процессах

2. Что такое индекс GRR?

- а) Индекс, оценивающий воспроизводимость контрольного процесса
- б) Индекс, оценивающий пригодность контрольных и измерительных процессов
- в) Индекс, оценивающий интервал соответствия значений параметра техническим требованиям
- г) Индекс, оценивающий расширенную неопределенность измерений для учета при заключении о соответствии измерительных систем и оценки пригодности измерительных и контрольных процессов

3. Фактическое значение индекса Cp процесса составляет 1,45, при этом при проведении анализа контрольного процесса было получено значение GRR равное 14%. Можно ли считать контрольный процесс пригодным?

- а) Да, контрольный процесс пригоден
- б) Нет, контрольный процесс не пригоден
- в) Да, для контроля применять можно, но для статистического анализа управляемости технологического процесса нет
- г) Да, контрольный процесс можно применять в зависимости от важности параметра

4. Объектами анализа измерительных систем являются:

- а) только средства измерения
- б) только методика выполнения измерения
- в) только операторы
- г) только окружающая среда
- д) все вышеперечисленные составляющие

5. Средство измерительной техники:

- а) обобщающее понятие, охватывающее технические средства, специально предназначенные для измерений
- б) техническое устройство, применяемое для проведения проверки соответствия параметров объекта установленным техническим требованиям

6. Сходимость результатов измерений:

- а) степень близости результатов последовательных измерений одного и того же измеряемого параметра, выполненных повторно одними и теми же средствами измерительной техники, одним и тем же методом, в одинаковых условиях измерения
- б) степень близости результатов измерений одного и того же измеряемого параметра, выполненных при измененных условиях измерения
- в) изменение смещения измерительного процесса в диапазоне значений измеряемого параметра
- г) систематическая погрешность в результатах измерений, полученных с помощью измерительного процесса

7. Воспроизводимость результатов измерений:

- а) степень близости результатов последовательных измерений одного и того же измеряемого параметра, выполненных повторно одними и теми же средствами измерительной техники, одним и тем же методом, в одинаковых условиях измерения
- б) степень близости результатов измерений одного и того же измеряемого параметра, выполненных при измененных условиях измерения
- в) изменение смещения измерительного процесса в диапазоне значений измеряемого параметра
- г) систематическая погрешность в результатах измерений, полученных с помощью измерительного процесса

8. Неопределенность, соответствующая смещению:

- а) стандартная неопределенность, соответствующая максимальной допустимой погрешности при использовании предположения о прямоугольном распределении
- б) стандартное отклонение неопределенности калибровки (по свидетельству).
- в) может быть вычислена как расстояние между значением, соответствующим стандартному образцу, и средним значением результатов измерений
- г) неопределенность за счет смены персонала, выполняющего измерения

9. Рекомендуемое количество образцов при оценке сходимости и воспроизводимости измерительного процесса:

- а) 5
- б) 10
- в) 15

г) 20

10. Определите фактическое значение индекса возможности процесса при отношении воспроизводимости процесса измерений $Q(MP)=20\%$ и наблюдаемом значении индекса возможности 1,9:

- а) 1,5
- б) 1.8
- в) 2,0
- г) 2,3

11. Анализ контрольного процесса включает:

- а) оценивание контрольного процесса на стабильность
- б) оценивание смещения и сходимости результатов контроля
- в) оценивание линейности контрольного процесса
- г) оценивание сходимости и воспроизводимости
- д) анализ пригодности

12. Причины нелинейности измерительного процесса:

- а) износ средства измерительной техники
- б) слабая фиксация средства измерительной техники
- в) необходимость обслуживания/ ремонта средства измерительной техники
- г) нестабильность внутренних характеристик конструкции средства измерительной техники
- д) недостаточная квалификация/ подготовка оператора

13. Цель метода доказательства с референтным значением:

- а) проверка результатов замеров контролерами с помощью теста на симметричность по Боукеру
- б) проверка результатов замеров контролерами с помощью численных методов с двойным интегрированием
- в) определение ширины интервала неопределенности, в котором операторы не придут к однозначным решениям

14. Причины неприемлемого значения воспроизводимости измерительного процесса:

- а) необходимость модернизации средств измерительной техники
- б) повышенная изменчивость измеряемых образцов
- в) недостаточный порог чувствительности средства измерительной техники
- г) недостаточная квалификация/ подготовка оператора

15. Полный анализ измерительного процесса проводится:

- а) в ходе APQP (первоначальный анализ)
- б) после модернизации технологического оборудования
- в) при изменении / модернизации средств измерительной техники

г) при увеличении брака продукции по измеряемому параметру

Итого: правильных ответов _____, не правильных ответов _____

Оценка: *зачет, не зачет* (нужное подчеркнуть)

Подпись преподавателя: _____ **Ф.И.О.**

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. IATF 16949:2016. «Quality management system requirements for automotive production and relevant service part organizations» - Фундаментальные требования к системе менеджмента качества для производств автомобильной промышленности и организаций, производящих соответствующие сервисные части. (Стандарт системы менеджмента качества (СМК) автомобильной промышленности)
2. MSA. Анализ измерительных систем. Ссылочное руководство. Перевод с английского четвертого издания от июня 2010 г. - Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2012. - 405 стр.
3. VDA 5 Пригодность процессов контроля. 2-е издание 2010 обновл., июль 2011 (ООО «ВДА-КМС РУС»)
4. FMEA. Анализ видов и последствий отказов. Справочное руководство. FMEA конструкции. FMEA процесса. Дополнительный FMEA для мониторинга и отклика системы. - AIAG & VDA. Первое издание, издание на рус.яз., 2019 года
5. SPC. Статистическое управление процессами. Ссылочное руководство. Перевод с английского второго издания от июля 2005 г.- Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2012. – 424 с.
6. APQP. Перспективное планирование качества продукции и план управления. Ссылочное руководство. Перевод с английского второго издания от июля 2008 г. - Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2012. - 221с.
7. VDA 4 Обеспечение качества в ландшафте процессов. Изд. 2 переработанное и дополненное 2011 (ООО «ВДА-КМС РУС»)
8. VDA 6.3 Аудит процесса. 3-е издание перераб., декабрь 2016 (ООО «ВДА-КМС РУС»)
9. VDA Обеспечение степени зрелости новых компонентов. 2-е издание перераб., 2009 (ООО «ВДА-КМС РУС»)
10. Бесперебойный производственный процесс. 1-е издание, 2007 (ООО «ВДА-КМС РУС»)

Дополнительная литература

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Бизнес-процессы. Регламентация и управление. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009 – 319с.
2. Система разработки продукции в Toyota. Люди, процессы, технология / Джеффри Лайкер, Джеймс Морган – «Альпина Диджитал», 2007 – 540с.
3. Бережливое производство + шесть сигм в сфере услуг. Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Майкл Джордж; Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», пер. с англ. Т.Гутман, – М.: Манн, Иванов и Фербер (МИФ), 2017 – 570с.
4. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2009 – 410с.
5. Менеджмент качества в машиностроении. Часть I. Введение в теорию менеджмента качества: учеб.пособие / Барвинок В.А., Годлевкий В.Е., Стрельников Е.А. – Самара: Изд-во Самар. Гос. Аэрокосм. Ун-та, 2007 – 80с.
6. Годлевский, В. Е. Менеджмент качества в автомобилестроении [Текст]: моногр. / В.Е. Годлевский, Г.Л. Юнак; Под ред. А.В. Васильчука.-Самара: Офорт, 2005.-626с.
7. Барвинок, В.А. Менеджмент качества в машиностроении: системы, методы, инструменты: учебное пособие// В.А. Барвинок, В.Е. Годлевский, Е.А. Стрельников / Под общей редакцией члена-корреспондента РАН В.А. Барвинка. - М: Наука и технология, 2008. - 384с.
8. Чекмарев А.Н., Барвинок В.А., Шалавин В.В. Статистические методы управления качеством. М.: Машиностроение, 1999. – 320 с.

9. Всеобщее управление качеством / Глудкин О. П., Горбунов Н. М., Гуров А. И., Зорин Ю. В. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 600с.

Сайты с материалами по системам качества

1. Журнал «Методы менеджмента качества», <https://ria-stk.ru/>
2. Журнал «Менеджмент», <https://iso-management.com/>
3. Интернет-ресурс <https://www.aiag.org/>
4. Интернет-ресурс <https://www.iatfglobaloversight.org/>
5. Интернет-ресурс <https://www.iso.org/>
6. Интернет-ресурс <https://www.quality.eup.ru>