



НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР
КАЧЕСТВО

ООО «НУЦ «КАЧЕСТВО»

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 63/2, корп. 1

Тел.: (495) 744-70-52, (495) 777-41-02

Факс: (495) 744-70-51

Почтовый адрес: 119296, г. Москва, а/я 405

www.centri-kachestvo.ru E-mail: kachestvo@umail.ru

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО «НУЦ «Качество»

 С. Г. Копытов.

«15» мая 2014г.

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
ПО МЕТОДУ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
В СООТВЕТСТВИИ С ISO 9712**

МОСКВА 2014

РАЗРАБОТАНО

Начальник отдела
ООО «НУЦ «Качество»,
специалист III уровня по НДС.



А.А.Ермолаев

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

Программа подготовки специалистов по неразрушающему контролю (НК) разработана в ООО НУЦ «Качество» в соответствии с требованиями ISO 9712

Настоящая программа предназначена для подготовки к сертификации специалистов НК организаций, осуществляющих работы по НК в соответствии со стандартом ISO 9712-2012.

Подготовка включает лекции, самостоятельную работу и практическую подготовку с использованием оборудования НК

Программа состоит из трех частей в соответствии с тремя уровнями квалификации персонала НК и включает темы и разделы, необходимые для специалистов соответствующего уровня.

КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СТ) – I-Й УРОВЕНЬ (80 ЧАСОВ)		
Тема и время	Раздел	Содержание
Вводная часть. 2 часа	Цели и задачи определения параметров НДС	Цель и задачи определения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). Оценка НДС как одна из определяющих процедур технического диагностирования и оценки остаточного ресурса.
Теоретические основы определения параметров НДС. 6 часа	НДС – основные положения, основы сопротивления материалов.	НДС. Основные понятия и определения. Обобщенный закон Гука. Частные случаи НДС. Нагрузки, воздействия и реакция конструкций на нагрузки и воздействия.
Факторы, влияющие на разрушение материала, предельные состояния 8 часов	Прочность – общие понятия	Предельные состояния. Основные понятия. Коэффициенты запаса прочности. Критерии прочности.
	Дефекты как концентраторы напряжений, разрушение вызванное дефектами.	Виды дефектов, Влияние дефектов на НДС
Способы определения параметров НДС. 12 часов	Расчетные способы (Реальные конструкции и их физические и математические модели)	Концентраторы напряжений (конструктивные, технологические, эксплуатационные) и их влияние на НДС.

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

	Физические методы определения НДС (основы и область применения различных методов контроля НДС)	Физические основы и область применения метода контроля (который указал слушатель в заявлении)
	Определение параметров НДС при помощи программных средств.	Ознакомление с программными комплексами на базе Аналитических формул (решение задачи – примера на расчет остаточного ресурса) Ознакомление с программными комплексами на базе метода конечных элементов (решение задачи – примера)
Анализ расчетных и экспериментальных данных. 8 часов	Методы проведения сравнительного анализа.	Цель сравнительного анализа.
Нормативно-правовая документация. 4 часа	Основные нормативные документы.	Согласно заявленной области
Практические занятия 40 часов	Практическое ознакомление с оборудованием для контроля НДС.	Ознакомление с экспериментальным стендом, техникой безопасности при проведении работ, обращением с динамометрами, измерителями перемещений. Получение и закрепление практических навыков по методу контроля (который указал слушатель в заявлении)
	Лабораторные работы.	Расчет НДС с использованием формул сопротивления материалов на основании существующей расчетной схемы. Проведение замеров напряжений в наиболее опасных точках, и распределения напряжений по наиболее опасным сечениям в соответствии с представленной технологической картой. Составление отчета

КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (ST) – II-Й УРОВЕНЬ (80 ЧАСОВ)

Тема и время	Раздел	Содержание
Вводная часть. 6 часов	Цели и задачи определения параметров НДС	Концепция безопасной эксплуатации конструкций - Основные понятия: надежность, функциональность, промышленная безопасность. - Техническое диагностирование, прогнозирование остаточного ресурса, оценка рисков.

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

		Цель и задачи определения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). Оценка НДС как один из факторов, определяющих техническое состояние и остаточного ресурса.
Теоретические основы определения параметров НДС. 4 часа	НДС – основные положения, основы сопротивления материалов.	НДС. Основные понятия и определения. Обобщенный закон Гука. Частные случаи НДС. Нагрузки, воздействия и реакция конструкций на нагрузки и воздействия. Физико-механические свойства материалов. Диаграммы деформирования.
Факторы, влияющие на разрушение материала, предельные состояния 14 часов	Прочность – общие понятия	Предельные состояния. Основные понятия. Коэффициенты запаса прочности. Критерии прочности. Пластическое и хрупкое разрушение. Циклическое нагружение, мало много цикловая усталость, законы Кофена – Менсона, Понятие «Поврежденность» материала.
	Эксплуатационные и производственные факторы, влияющие на свойства материала	Влияние химсостава и технологии изготовления технических устройств и сооружений и распределение остаточных напряжений. Деградация свойств материала в процессе эксплуатации, влияние эксплуатационных факторов на свойства материала
	Дефекты как концентраторы напряжений, разрушение вызванное дефектами.	Виды дефектов, Влияние дефектов на НДС Разрушение материала от дефектов, образование усталостных трещин от объемных дефектов, потеря пластической устойчивости. Оценка влияния трещин и трещиноподобных дефектов. Понятие о коэффициенте интенсивности напряжений (КИН), использование для оценки степени опасности дефектов. Понятие о J-интеграле. Использование для оценки развития дефекта.
Способы определения параметров НДС. 22 часов	Расчетные способы (Реальные конструкции и их физические и математические модели)	Стержни, балки, трубопроводы. Основные виды деформирования (растяжение, кручение, изгиб). Статически определимые и неопределимые системы. Расчет напряжений и деформаций (частные случаи). Пластины, оболочки. Методы расчета параметров НДС (основные понятия). Расчет напряжений и деформаций (частные случаи). Концентраторы напряжений (конструктивные, технологические, эксплуатационные) и их влияние на НДС. Типичные конфигурации различных объектов контроля НДС.

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

	<p>Физические методы определения НДС (основы и область применения различных методов контроля НДС)</p>	<p>Возможности различных методов неразрушающего контроля, минимальный размер обнаруживаемого дефекта, погрешность определения размера дефекта. Метод регистрации шумов Баркгаузена. Приборы, использующие этот метод. Тензометрия. Виды тензодатчиков и принцип их работы. Оценка напряженного состояния с помощью приборов основанных на ММП. Измерение напряжений методом лазерной интерферометрии Измерение параметров НДС с помощью ультразвукового метода Измерение напряжений с помощью струнных датчиков.</p>
	<p>Определение параметров НДС при помощи программных средств.</p>	<p>Особенности аналитических и численных методов расчета параметров НДС. Основы построения программных средств, реализующих метод конечных элементов (МКЭ), требования к моделям, виды граничных условий, погрешности вычислений. Ознакомление с программными комплексами на базе Аналитических формул (решение задачи – примера на расчет остаточного ресурса) Ознакомление с программными комплексами на базе МКЭ (построение МКЭ моделей, решение задач – примеров на расчет остаточных напряжений от сварки, расчет напряжений от перепадов температуры и механических нагрузок) Рекомендации по выбору расчетных средств.</p>
<p>Анализ расчетных и экспериментальных данных. 12 часов</p>	<p>Методы проведения сравнительного анализа.</p>	<p>Цель сравнительного анализа. Представление результатов измерений и расчетов для перекрестного анализа Прямые и косвенные признаки отклонения НДС от проектного. Условия удовлетворительной точности решения задачи НДС Задачи уточнения расчетных схем. Составление плана необходимых дополнительных измерений</p>
	<p>Влияние НДС на остаточный ресурс.</p>	<p>Влияние напряжений в материале на скорость, коррозии, стресс коррозия, коррозионное растрескивание. Особенности работы конструкций и агрегатов при нагрузках превышающих проектные. Применение данных полученных в результате контроля НДС при определении остаточного ресурса.</p>
<p>Нормативно-правовая документация. 4 часа</p>	<p>Основные нормативные документы.</p>	<p>Согласно заявленной области</p>

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

Практические занятия 18 часов	Практическое ознакомление с оборудованием для контроля НДС.	Ознакомление с экспериментальным стендом, техникой безопасности при проведении работ, обращением с динамометрами, измерителями перемещений. Метод регистрации шумов Баркгаузена. Приборы, использующие этот метод. Тензометрия. Виды тензодатчиков и принцип их работы. Измерение НДС с помощью струнных датчиков. Оценка напряженного состояния с помощью приборов основанных на ММП. Измерение напряжений методом лазерной интерферометрии (ИПМ) Измерение НДС с помощью ультразвукового метода НДС
	Практические навыки в составлении документов.	Постановка задачи, составление технологической карты контроля объекта.
	Лабораторные работы.	Изучение образца, измерение размеров, составление расчетной схемы. Расчет НДС с использованием формул сопротивления материалов или ПО. Анализ полученных данных, выбор точек для проведения замеров напряжений (составление технологической карты). Настройка измерительной аппаратуры, построение тарировочных кривых для приборов, которым это необходимо. Проведение замеров напряжений в наиболее опасных точках, и распределения напряжений по наиболее опасным сечениям (в соответствии с составленной технологической картой). с использованием методов неразрушающего контроля НДС. Сравнение экспериментальных и расчетных данных верификация результатов

КОНТРОЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (ST) – III-Й УРОВЕНЬ (40 ЧАСОВ)

Тема и время	Раздел	Содержание
Вводная часть. 4 часа	Цели и задачи определения параметров НДС	Концепция безопасной эксплуатации конструкций - Основные понятия: надежность, функциональность . - Техническое диагностирование, прогнозирование остаточного ресурса, оценка рисков. Цель и задачи определения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС). Оценка НДС как один из факторов, определяющих техническое состояния и остаточного ресурса.
Факторы, влияющие на разрушение материала, предельные состояния	Прочность – общие понятия	Предельные состояния. Основные понятия. Коэффициенты запаса прочности. Критерии прочности. Пластическое и хрупкое разрушение.

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

8 часов		Циклическое нагружение, мало много цикловая усталость, законы Кофена – Менсона, Понятие «Поврежденность» материала. Теория течения, эффект Боушингера, модель Мазенга.
	Эксплуатационные и производственные факторы, влияющие на свойства материала	Влияние химсостава и технологии изготовления технических устройств и сооружений и распределение остаточных напряжений. Деградация свойств материала в процессе эксплуатации, влияние эксплуатационных факторов на свойства материала
	Дефекты как концентраторы напряжений, разрушение вызванное дефектами.	Виды дефектов, Влияние дефектов на НДС Разрушение материала от дефектов, образование усталостных трещин от объемных дефектов, потеря пластической устойчивости. Понятие «Поврежденность» материала. Накопление повреждений при статическом и циклическом нагружении. Оценка влияния трещин и трещиноподобных дефектов. Понятие о коэффициенте интенсивности напряжений (КИН), использование для оценки степени опасности дефектов. Понятие о J-интеграле. Использование для оценки развития дефекта.
Способы определения параметров НДС. 8 часов	Расчетные способы (Реальные конструкции и их физические и математические модели)	Стержни, балки, трубопроводы. Основные виды деформирования (растяжение, кручение, изгиб). Статически определимые и неопределимые системы. Расчет напряжений и деформаций (частные случаи). Пластины, оболочки. Методы расчета параметров НДС (основные понятия). Расчет напряжений и деформаций (частные случаи). Концентраторы напряжений (конструктивные, технологические, эксплуатационные) и их влияние на НДС. Типичные конфигурации различных объектов контроля НДС. Остаточный ресурс ТУ. Методы расчета.
	Физические методы определения НДС (основы и область применения различных методов контроля НДС)	Возможности различных методов неразрушающего контроля, минимальный размер обнаруживаемого дефекта, погрешность определения размера дефекта. Метод регистрации шумов Баркгаузена. Приборы, использующие этот метод. Тензометрия. Виды тензодатчиков и принцип их работы. Оценка напряженного состояния с помощью приборов основанных на ММП. Измерение напряжений методом лазерной интерферометрии Измерение параметров НДС с помощью ультразвукового метода Измерение напряжений с помощью струнных датчиков.

НАУЧНО-УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «КАЧЕСТВО»

	Определение параметров НДС при помощи программных средств.	Особенности аналитических и численных методов расчета параметров НДС. Основы построения программных средств, реализующих метод конечных элементов (МКЭ), требования к моделям, виды граничных условий, погрешности вычислений. Навыки работы с программными комплексами на базе Аналитических формул (решение задачи – примера на расчет остаточного ресурса) Навыки работы с программными комплексами на базе МКЭ (построение МКЭ моделей, задние граничных условий) Рекомендации по выбору расчетных средств.
Анализ расчетных и экспериментальных данных. 8 часов	Методы проведения сравнительного анализа.	Цель сравнительного анализа. Представление результатов измерений и расчетов для перекрестного анализа Прямые и косвенные признаки отклонения НДС от проектного. Условия удовлетворительной точности решения задачи НДС Задачи уточнения расчетных схем. Составление плана необходимых дополнительных измерений
	Влияние НДС на остаточный ресурс.	Влияние напряжений в материале на скорость, коррозии, стресс коррозия, коррозионное растрескивание. Особенности работы конструкций и агрегатов при нагрузках превышающих проектные. Применение данных полученных в результате контроля НДС при определении остаточного ресурса.
Нормативно-правовая документация. 4 часа	Основные нормативные документы.	Согласно заявленной области
Практические занятия 8 часов	Практическое ознакомление с оборудованием для контроля НДС.	Метод регистрации шумов Баркгаузена. Приборы, использующие этот метод. Тензометрия. Виды тензодатчиков и принцип их работы. Оценка напряженного состояния с помощью приборов основанных на ММП. Измерение напряжений методом лазерной интерферометрии Измерение параметров НДС с помощью ультразвукового метода Измерение напряжений с помощью струнных датчиков. Ограничения применения, преимущества и недостатки, погрешности измерений, и особенности всех перечисленных методов.
	Практические навыки в составлении документов.	Разработка методики для контроля НДС объекта.